Borodin (Prof.) Nitrogenous determinations for clinical purposes [in Russian], 8vo. St. P., 1886

3

УПРОЩЕННЫЙ АЗОТОМЕТРИЧЕСКІЙ СПОСОБЪ ОПРЕДѢЛЕНІЯ МОЧЕВИНЫ И АЗОТА

ВЪ ПРИМѢНЕНІИ КЪ КЛИНИЧЕСКОМУ ОПРЕДѢЛЕНІЮ

метаморфоза азотистыхъ веществъ въ организмѣ, съ современной точки зрѣнія.

Проф. *А. П. Бородина.*

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Я. Трей, Разъѣзжая, № 51.
1886.

NOV 92
LIBRARY

УПРОЩЕННЫЙ АЗОТОМЕТРИЧЕСКІЙ СПОСОБЪ ОПРЕДѢЛЕНІЯ МОЧЕВИНЫ И АЗОТА ВЪ ПРИМѢНЕНІИ КЪ КЛИНИЧЕСКОМУ ОПРЕДѢЛЕНІЮ МЕТАМОРФОЗА АЗОТИСТЫХЪ ВЕЩЕСТВЪ ВЪ ОРГАНИЗМѢ, СЪ СОВРЕМЕННОЙ ТОЧКИ ЗРѢНІЯ.

Проф. *А. П. Бородина.*

Предлагаемый мною азотометрическій способъ опредѣленія мочевины основанъ на томъ же самомъ химическомъ принципѣ, что и всѣ остальные способы, которыхъ, какъ извѣстно, существуетъ очень много. Мнѣ принадлежитъ собственно новая комбинація условій, вызванная потребностью имѣть способъ, не уступающій относительно точности остальнымъ, но возможно простой, удобный, скорый, наивыгоднѣйшій въ экономическомъ отношеніи, не требующій навыка въ газометрической техникѣ и удобопримѣнимый при самой скромной лабораторной, аптечной, госпитальной и даже домашней обстановкѣ. Способъ мой уже болѣе десяти лѣтъ употребляется въ нашей академической лабораторіи и впервые демонстрированъ въ засѣданіяхъ Общества Русскихъ Врачей и Русскаго Химическаго Общества въ Петербургѣ 25 марта 1876 года, и въ нѣсколько измѣненномъ видѣ 5 мая 1877 года (см. журналъ Русск. Хим. Общ. VIII, 145 и IX, 240). Jahresbericht f. Chemie 1876 стр. 1013 и 1877 стр. 1097). Подробное описаніе сдѣлано мною только на русскомъ языкѣ, и помѣщено въ сочиненіи профессора Д. И. Кошлакова (анализъ мочи Д. Кошлакова. Спб., 1878 г., стр. 6 и 1880 г., стр. 83), который на основаніи опыта, отдаетъ этому способу предпочтеніе передъ остальными.

Способъ мой предложенъ былъ еще въ тѣ времена, когда для опредѣленія метаморфоза азотистыхъ веществъ въ организмѣ, ограничивались обыкновенно опредѣленіемъ мочевины или азота, отвѣчающаго ей. Впослѣдствіи требованія въ этомъ отношеніи постоянно повышались. Сначала стали прибѣгать къ опредѣленію *всего азота мочи* по способамъ, напр., Вилля и Варентраппа, Сегена и др., но способы эти, къ сожалѣнію, сложны, хлопотливы, отнимаютъ много времени, дороги, требуютъ большаго навыка и въ заключеніе не точны, какъ показали изслѣдованія Шрёдера, Васбурна, Книрима, Макриса и Крохина (см. Сравненіе нѣкоторыхъ методовъ количественнаго опредѣленія мочевины и т. д. Диссертація на степень доктора медицины Ѳ. П. Крохина, Спб., 1884 г., стр. 31 и слѣдующія). Вмѣсто этихъ способовъ, д-ръ Крохинъ предпочитаетъ ограничиваться опредѣленіемъ мочевины въ мочѣ по моему способу и вводить поправку для полученія всего азота мочи; по д-ру Крохину, получится почти все содержаніе азота мочи, если найденное количество азота увеличить на 7,43%.

Послѣ того, какъ сталъ извѣстенъ прекрасный способъ Кіельдаля, (Zeitschrift f. analytische Chemie 1883) для опредѣленія азота въ органическихъ соединеніяхъ Геннингеру (Comptes rendus Hebdomadaires des séances de la société de Biologie 1884, № 28, стр. 474) пришла счастливая мысль приложить этотъ способъ къ опредѣленію всего азота въ мочѣ, съ тѣмъ, однако, видоизмѣненіемъ, чтобы образующійся *амміакъ* опредѣлять не титрованіемъ, а *волюметрически*, разлагая его бромоватистымъ натромъ. По Геннингеру всѣ волюметрическіе приборы пригодны для клиническихъ цѣлей; для *очень же точныхъ* изслѣдованій Геннингеръ придумалъ особенный приборъ. Къ сожалѣнію, ранняя смерть похитила этого ученаго и приборъ его остался неописаннымъ.

Еще при жизни Геннингера д-ръ Маліевъ, на основаніи своихъ изслѣдованій, нашелъ, что всего выгоднѣе сочетать первую половину способа Геннингера, съ волюметрическимъ опредѣленіемъ азота мочевины по моему способу и эту комбинацію назвалъ Геннингеръ-Бородинскимъ способомъ (см. Геннингеръ-Бородинскій способъ опредѣленія всего азота мочи. Диссертація на степень доктора медицины И. Маліева.

С.-Петербургъ, 1884 г., стр. 6—7). Между тѣмъ, требованія постоянно возвышались и для опредѣленія метаморфоза азотистыхъ веществъ, нашли нужнымъ не ограничиваться мочею, но опредѣлять количество азота, выводимаго каломъ, и количество азота, вводимаго въ организмъ пищевыми веществами. А потому д-ра А. П. Коркуновъ и М. Г. Курловъ расширили кругъ примѣненія этого способа, приложивъ его къ анализу кала и пищевыхъ веществъ и дополнили тщательными провѣрочными опытами, которыхъ недоставало у д-ра Маліева. (См. Кіельдаль-Бородинскій способъ опредѣленія азота органическихъ веществъ. «Врачъ», 1885 г., № 5). Позднѣе д-ръ Курловъ сдѣлалъ весьма выгодное во всѣхъ отношеніяхъ измѣненіе въ этомъ способѣ, замѣнивъ *предварительное* насыщеніе всей кислой жидкости *содою*,—насыщеніемъ *ѣдкимъ натромъ въ самомъ приборѣ*, только той части жидкости, которая подвергается разложенію бромоватистымъ натромъ; этимъ достигается не только сбереженіе времени и матерьяла, но и устраняется вполнѣ потеря азота въ видѣ амміака при насыщеніи. (М. Г. Курловъ, объ усредненіи ѣдкимъ натромъ вмѣсто соды въ Кіельдаль-Бородинскомъ способѣ опредѣленія азота, («Врачъ», 1885 года, № 21).

I.

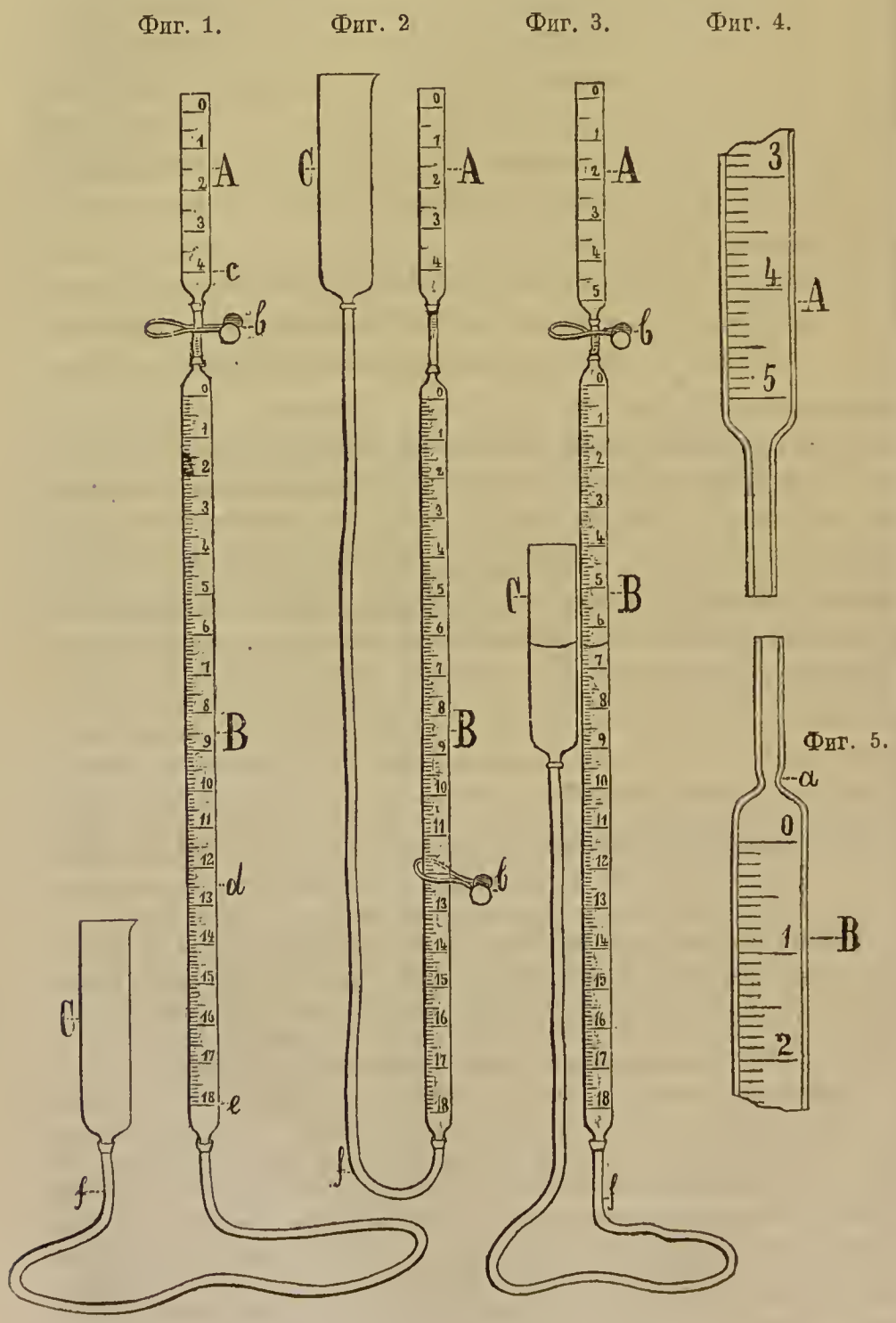
Способъ опредѣленія мочевины и азота мочевины А. Бородина.

Начну съ описанія прибора для разложенія мочи бромоватистымъ натромъ и опредѣленія объема выдѣляемаго азота. Приборъ состоитъ изъ трехъ стеклянныхъ трубокъ, соединенныхъ каучуковыми, какъ показано на рисункѣ (фиг. 1).

Верхняя трубка (А) имѣетъ видъ укороченной и узкой бюретки (длиною около 12—15 сантиметровъ; шириною около 10—12 миллиметровъ). Дѣленія на ней отвѣчаютъ кубическимъ сантиметрамъ вмѣстимости. (Подраздѣленія на десятыя доли сантиметра здѣсь не обязательны). Верхній конецъ открытъ, какъ у Моровской бюретки; нижній вытянутъ, *но безъ сужденія*, а прямо въ видѣ ровнаго цилиндра (см. фиг. 4) длиною

около $1^1/_2$—2 сантиметровъ. Такую трубку каждый можетъ легко сдѣлать самъ изъ разбитой бюретки или пипетки.

Средняя трубка (В) имѣетъ видъ цилиндрической Моров-



ской пипетки съ дѣленіями. Ширина ея приблизительно какъ у первой трубки (около 10—12 миллиметровъ), длина—гораздо болѣе (около 35—50 сантиметровъ). Дѣленія отвѣчаютъ кубическимъ сантиметрамъ и десятымъ долямъ сантиметровъ (послѣднее здѣсь *обязательно*). Достаточно, если дѣленія имѣются на верхней половинѣ трубки. Верхній конецъ трубки вытянутъ, какъ показано на рисункѣ (фиг. 5). Необходимо, чтобы при переходѣ въ широкую часть трубки было *съуженіе* [1]) (а). Нижній конецъ трубки вытянутъ въ родѣ того, какъ на верхней трубкѣ (А).

Нижняя трубка (С) длиною приблизительно такая же, какъ и верхняя (А), но вдвое шире; дѣленій не имѣетъ. Верхній конецъ ея открытъ; выгодно, если края имѣютъ небольшой но-

---

[1]) При постановкѣ дѣленій нужно имѣть въ виду, что вытянутый верхній конецъ не долженъ быть принимаемъ въ разсчетъ при измѣреніи емкости трубки, такъ какъ во время анализа онъ остается наполненнымъ жидкостью и газъ туда не проникаетъ. Граница, откуда приходится начинать измѣреніе, легко опредѣляется такимъ образомъ: пока еще нижній конецъ не вытянутъ, трубку оборачиваютъ верхнимъ—вытянутымъ концемъ внизъ и, держа ее въ вертикальномъ положеніи, наливаютъ воды; не давая водѣ вытечь вполнѣ, закрываютъ вытянутый конецъ пальцемъ. Затѣмъ оборачиваютъ трубку этимъ концомъ кверху и, не отнимая пальца, выливаютъ остатокъ воды черезъ широкій конецъ. При этомъ вытянутый конецъ остается наполненнымъ водою и въ съуженной части (а) образуется вогнутый менискъ; положеніе его отмѣчаютъ на трубкѣ и отъ него начинаютъ измѣреніе емкости и дѣленія по общепринятымъ правиламъ. Имѣющіе нѣкоторый навыкъ въ вытягиваніи трубокъ, могутъ легко сами приготовить себѣ подобную трубку (съ готовыми уже дѣленіями) изъ Моргской бюретки или пипетки съ дѣленіями. Въ этомъ случаѣ нужно только опредѣлить разъ навсегда положеніе мениска воды въ съуженной части и затѣмъ измѣрить емкость пространства между менискомъ и ближайшей чертою, откуда считаются дѣленія. Измѣреніе производится водою. Для этого трубку, обращенную широкимъ концемъ кверху, устанавливаютъ въ вертикальномъ положеніи, наполнивъ предварительно вытянутый конецъ водою, до мѣста, отвѣчающаго положенію мениска, и заткнувъ его плотно; затѣмъ осторожно приливаютъ сверху воду до черты, откуда начинаются дѣленія; приливаніе воды дѣлается помощію бюретки или пипетки съ дѣленіями на десятыя доли сантиметра, а потому объемъ прилитой воды извѣстенъ, а слѣдовательно извѣстна и емкость пространства между менискомъ и чертою. Емкость этого пространства приходится впослѣдствіи принимать каждый разъ въ разсчетъ при измѣреніи объема азота, а потому выгодно отмѣтить ее на самомъ приборѣ разъ навсегда.

сикъ для болѣе удобнаго выливанія изъ нея жидкости. Нижній конецъ вытянутъ, какъ у первыхъ двухъ трубокъ.

Вытянутый конецъ первой трубки (A) соединяется съ верхнимъ концемъ второй (B) помощію короткой каучуковой трубки; между концами оставляется самое небольшое пространство, необходимое только для наложенія Моровскаго зажима (b) (фиг. 1 и 3).

Вытянутый конецъ третьей трубки (C) соединяется съ нижнимъ концемъ второй помощію длинной каучуковой трубки (f). Длина послѣдней должна быть настолько велика, чтобы нижнюю трубку (C) можно было свободно поднять нѣсколько выше верхней (A), какъ показано на рисункѣ (фиг. 2).

Каучуковыя трубки должны плотно обхватывать концы стеклянныхъ трубокъ; концы эти предварительно высушиваютъ на лампѣ, смазываютъ снаружи слегка саломъ, надѣваютъ каучуковыя трубки (тоже сухія) и перевязываютъ крѣпко проволокою или снуркомъ.

Приборъ устанавливаютъ въ вертикальномъ положеніи на стативѣ, въ родѣ того, какъ это дѣлается съ бюретками. Первыя двѣ трубки (A и B), укрѣпляются неподвижно; верхняя—въ одномъ мѣстѣ—около нижняго конца (фиг. 1, c), а средняя, если можно, въ двухъ мѣстахъ—внизу и около нижней трети (фиг. 1, d и e), что придаетъ прибору больше устойчивости, позволяетъ удобнѣе сохранять относительное положеніе трубокъ оси которыхъ должны совпадать.

Третья трубка находится въ сторонѣ, внизу, и зажимается лишь настолько, чтобы сохранять вертикальное положеніе и такъ слабо, чтобы можно было ее легко вынимать и вставлять на прежнее мѣсто (фиг. 1). Можно третью трубку также подвѣшивать въ вертикальномъ положеніи, на гвоздикѣ, вбитомъ въ край стола, причемъ каучуковая трубка виситъ свободно. Это особенно выгодно, если *средняя* трубка очень длинна.

Приступая къ анализу, снимаютъ зажимъ (b); нижнюю трубку (C) вынимаютъ и, держа рукою, поднимаютъ на одинъ уровень съ верхнею (A) или даже нѣсколько выше (фиг. 2). Затѣмъ въ трубку (C) наливаютъ растворъ поваренной соли, пока послѣдній не наполнитъ средней трубки (B) и не появится въ нижней части верхней трубки (A). Тогда снова наклады-

ваютъ зажимъ (b); остатокъ раствора изъ трубки C выливаютъ и, опустивъ послѣднюю, вставляютъ ее на прежнее мѣсто, (фиг. 1). При этомъ нужно тщательно наблюдать, чтобы не осталось пузырьковъ воздуха въ трубкѣ (B) и длинной каучуковой трубкѣ (f). Послѣ этого, пипеткою съ вытянутымъ концемъ [1]) высасываютъ растворъ соли изъ верхней трубки (A) и споласкиваютъ послѣднюю, не снимая съ мѣста, раза два разведенною мочею, назначенной для анализа, причемъ каждый разъ жидкость удаляютъ пипеткою. Освободивъ такимъ образомъ верхнюю трубку отъ слѣдовъ солянаго раствора, наполняютъ ее разведенною мочею (въ 5—10 разъ). Пузырекъ воздуха, могущій задержаться при этомъ въ вытянутомъ концѣ трубки, выгоняютъ тоненькой проволочкой или легкими боковыми движеніями зажима (b), (который остается однако же закрытымъ).

Затѣмъ пипеткою или пропускною бумагою снимаютъ столько мочи, чтобы привести уровень ея къ чертѣ, отъ которой начинаются дѣленія. Потомъ открываютъ осторожно, понемногу зажимъ (b), причемъ жидкость изъ верхней трубки течетъ въ среднюю. Объемъ спущенной мочи измѣряютъ, отсчитывая его на дѣленіяхъ верхней трубки. Для анализа берутъ обыкновенно 3—5 кубическихъ сантиметровъ разведенной мочи; рѣдко больше или меньше. Вслѣдствіе разности въ плотности, разведенная моча плаваетъ надъ солянымъ растворомъ, какъ вода надъ ртутью; границу между обѣими жидкостями легко видѣть по разности въ преломленіи свѣта. Остатокъ мочи изъ верхней трубки (A), насколько возможно, вытягиваютъ пипеткою и, не споласкивая трубки, наливаютъ въ нее бромистаго раствора почти до верху.

Ничтожный остатокъ мочи при этомъ быстро разлагается. Разложеніе сопровождается выдѣленіемъ азота; поэтому нужно подождать немного, чтобы выдѣленіе пузырьковъ газа прекратилось и жидкость освѣтлилась. Пузырекъ газа, могущій

[1]) Въ виду ломкости, выгоднѣе, чтобы вытянутый кончикъ пипетки принадлежалъ не ей самой, а отдѣльной трубочкѣ, связанной съ нею каучуковой трубкой; высасываніе можно производить или ртомъ, или каучуковымъ шаромъ черезъ длинную каучуковую трубку.

задержаться въ вытянутомъ концѣ трубки, выгоняютъ какъ сказано выше.

Послѣ этого открываютъ осторожно зажимъ (b) и впускаютъ въ среднюю трубку понемногу, небольшими порціями, бромистый растворъ. Послѣдній, какъ болѣе плотный, падаетъ книзу, проникаетъ весь слой мочи и равномѣрно смѣшивается съ нею. При этомъ онъ обезцвѣчивается; выдѣляется обильно азотъ; уровень жидкости въ средней трубкѣ понижается; въ нижней—повышается. Приливаніе бромистаго раствора прекращаютъ, когда оно уже не вызываетъ быстраго выдѣленія азота и мочевая смѣсь принимаетъ желтоватый оттѣнокъ. При открываніи зажима, газъ не можетъ прорваться наружу, такъ какъ давленіе въ средней трубкѣ отрицательное, и просвѣтъ въ узкомъ концѣ ея малъ; менискъ жидкости въ съуженной части (a) не позволяетъ газу проникнуть даже въ вытянутый конецъ, который остается все время наполненнымъ жидкостью. Поэтому весь газъ собирается въ широкой части трубки.

Теперь остается только измѣрить объемъ газа и произвести вычисленіе на количество отвѣчающей ему мочевины.

Подъ самый конецъ реакціи, выдѣленіе азота, какъ извѣстно, очень замедляется, а потому, если есть основаніе гнаться за крайнею точностью результатовъ, то не слѣдуетъ приступать къ отчитыванію объема газа ранѣе $1^1/_2$—2—3 часовъ. Если же дорожатъ временемъ и не требуется такой чрезмѣрной точности, то выгоднѣе приступить къ измѣренію минутъ черезъ 5—10. Громадный выигрышъ времени окупаетъ ту небольшую ошибку, которая вытекаетъ изъ подобной поспѣшности и не имѣетъ серьезнаго значенія при опредѣленіяхъ для клиническихъ цѣлей.

Прежде нежели приступить къ отчитыванію объема газа, необходимо выгнать кверху всѣ пузырьки газа, приставшіе къ стѣнкамъ трубки, пожиманіемъ длинной каучуковой трубки (f) и постукиваніемъ той части ея, которая лежитъ на столѣ; послѣднимъ достигается также уничтоженіе пѣны и пузырьковъ на поверхности жидкости, мѣшающихъ правильному отчитыванію объема.

Приступая къ измѣренію объема, газъ приводятъ сначала къ опредѣленному давленію. Для этого нижнюю трубку (C) вы-

нимаютъ, прикладываютъ къ средней трубкѣ (В) и поднимаютъ на такую высоту, чтобы жидкость въ обѣихъ трубкахъ находилась на одномъ уровнѣ (фиг. 3). Если бы при этомъ, вслѣдствіе повышенія давленія газа, вогнутый менискъ жидкости въ съуженной части (а) исчезъ или измѣнился,—нужно осторожно впустить немного бромистаго раствора, чтобы возстановить этотъ менискъ на прежнемъ мѣстѣ и въ надлежащемъ видѣ, такъ какъ положеніе его принято въ разсчетъ при опредѣленіи емкости пространства, занимаемаго газомъ. Для того, чтобы газъ при этомъ не могъ прорваться наружу, необходимо, чтобы слой бромистаго раствора въ верхней трубкѣ былъ довольно большой или чтобы нижняя трубка, при впусканіи его, была слегка понижена. Когда менискъ возстановленъ и жидкость въ обѣихъ трубкахъ находится на одномъ уровнѣ, приступаютъ къ отчитыванію объема газа, причемъ дробныя части 1 десятой кубическаго сантиметра принимаютъ равными 0,5 к. с. Если приборъ сдѣланъ былъ изъ Моровской пипетки или бюретки, то къ числу отчитанныхъ дѣленій нужно приложить еще объемъ пространства между менискомъ и чертою, откуда начинаются дѣленія (см. выше); сумма представитъ тогда объемъ выдѣленнаго азота. Такъ какъ жидкость въ обѣихъ трубкахъ находится на одномъ уровнѣ, то давленіе газа при такихъ условіяхъ можно считать равнымъ атмосферному, которое, слѣдовательно, опредѣляется помощію барометра [3]). Въ сущности это не совсѣмъ вѣрно; здѣсь происходитъ маленькая ошибка, зависящая отъ разности въ плотностяхъ жидкостей въ обѣихъ трубкахъ. Ее можно бы, конечно, устранить, замѣнивъ эти жидкости какимъ либо однороднымъ растворомъ; но это излишне: ошибка до того мала, что не сказывается на результатахъ анализа.

Температура газа можетъ быть смѣло принята равною температурѣ жидкостей, если послѣднія успѣли пріобрѣсти температуру окружающей среды. Температура эта узнается термометромъ, погруженнымъ въ бромистый растворъ, находящійся въ верхней трубкѣ.

---

[3]) За неимѣніемъ большаго барометра, можно пользоваться маленькимъ анероидомъ.

Зная объемъ, давленіе и температуру газа, можно, конечно, на основаніи этихъ данныхъ, вычислить вѣсовое количество азота и мочевины, но вычисленіе это, какъ извѣстно, довольно сложно и, при большомъ числѣ анализовъ, отнимаетъ не мало времени, даже при навыкѣ къ подобнымъ вычисленіямъ при помощи логариѳмовъ. Это обстоятельство составляетъ, между прочимъ, одно изъ существенныхъ затрудненій при пользованіи способами опредѣленія мочевины, основанными на разложеніи бромоватистымъ натромъ. Для устраненія этого неудобства мы сочли нужнымъ прибѣгнуть къ составленію особыхъ таблицъ, при помощи которыхъ вычисленіе значительно упрощается и ускоряется. Таблицы эти здѣсь прилагаются.

Таблица I назначена для вычисленія вѣсоваго количества мочевины, таблица II для вычисленія вѣсоваго количества азота, въ виду того, что иногда — при рѣшеніи вопроса объ обмѣнѣ азотистыхъ веществъ — есть интересъ и въ прямомъ опредѣленіи количествъ выдѣляемаго азота.

Въ таблицѣ I показаны вѣсовыя количества мочевины, выраженныя въ миллиграммахъ и дробныхъ частяхъ миллиграмма,—отвѣчающія 1 куб. сантиметру азота, при температурахъ отъ 10° до 36° Цельсія и при давленіяхъ отъ 720 до 780 миллиметровъ ртутнаго столба. Температуры помѣщены въ первомъ вертикальномъ столбѣ слѣва, противъ соотвѣтствующихъ вѣсовъ; а давленія—въ первой горизонтальной строкѣ сверху, надъ соотвѣтствующими вѣсами. Въ таблицѣ II показаны вѣсовыя количества самаго азота, выраженныя также въ миллиграммахъ и отвѣчающія 1 куб. сантиметру азота, при температурахъ отъ 10° до 36° и давленіяхъ отъ 720 до 780 миллиметровъ; расположеніе чиселъ такое же, какъ и въ первой таблицѣ.

Вычисленія произведены ассистентомъ при химической кафедрѣ женскихъ врачебныхъ курсовъ П. Л. Мальчевскимъ. Нормальный объемъ азота вычисленъ по формулѣ

$$V_n = \frac{V(H-h)}{760(1+kt)}$$

гдѣ V_n искомый объемъ; V наблюдаемый объемъ; H давленіе въ миллиметрахъ; h упругость водянаго пара при температу-

рѣ наблюденія, взятая съ одною десятичною цифрой; k коэффиціентъ расширенія газа, равный 0,00367; температура наблюденія по Цельсію; произведеніе $1 + kt$ для всѣхъ температуръ взято съ одной десятичной; вѣсъ одного кубич. сантиметра сухаго азота при 0^0 и 760 mm. давленія, принятъ равнымъ 0,0012562 грамма.

Употребленіе таблицъ очень просто: чтобы найти вѣсовое количество мочевины, отвѣчающее полученному объему газа, нужно отыскать въ таблицѣ вѣсовое количество мочевины, отвѣчающее 1 куб. сантиметру азота, при давленіи и температурѣ наблюденія, и помножить это количество на объемъ газа. Положимъ, напр., что мы получили 7,1 кубическихъ сантиметровъ азота; температура газа была 22^0, а высота барометра въ моментъ наблюденія 756 миллиметровъ. Мы отыскиваемъ въ таблицѣ I въ 1 строкѣ сверху число 756; въ ряду чиселъ, помѣщенныхъ подъ 756, отыскиваемъ то, которое приходится противъ 22 (въ 1 вертикальномъ столбцѣ); это будетъ 2,41302; число это мы помножимъ на 7,1; произведеніе и будетъ представлять вѣсъ мочевины, отвѣчающей полученному объему азота; это будетъ 17,132442 м. а именно:

$$\begin{array}{r} 2{,}41302 \\ \times\, 7{,}1 \\ \hline 241302 \\ 1689114 \\ \hline 17{,}132442 \end{array}$$

Также поступаютъ и для вычисленія вѣса азота по таблицѣ II. Если подъ рукою нѣтъ ни барометра, ни анероида, то можно прибѣгать и къ другому пріему: на ряду съ анализомъ мочи (въ другомъ приборѣ), или тотчасъ вслѣдъ за нимъ (въ томъ-же приборѣ), производятъ контрольное опредѣленіе съ такимъ-же объемомъ раствора мочевины опредѣленной крѣпости (напр. 2 грамма на литръ), причемъ 1 куб. сант., слѣдовательно, отвѣчаетъ 0,002 грамма мочевины. Изъ отношенія объемовъ газа, полученныхъ при обоихъ опредѣленіяхъ, легко вычислить количество мочевины въ мочѣ, такъ какъ можно принять, что въ обоихъ случаяхъ, газъ, во время измѣренія, находился при одинаковыхъ условіяхъ давленія и температуры; объемы-же газа пропорціональны количествамъ мочевины,

а количество послѣдней въ контрольномъ опытѣ заранѣе извѣстно. Но этотъ пріемъ представляетъ существенное неудобство: мочевина должна быть чиста; не вездѣ и не всегда можно достать чистой мочевины; на чистоту продажнаго продукта полагаться нельзя; легкаго способа убѣдиться въ чистотѣ—нѣтъ; самому очищать—крайне хлопотливо; наконецъ, мочевина вообще очень дорога и не вездѣ имѣется въ продажѣ. Неудобство это можетъ быть устранено замѣною мочевины нашатыремъ.

Нашатырь—продуктъ очень дешевый, всюду находится въ торговлѣ и притомъ въ достаточно чистомъ видѣ; въ чистотѣ его легко убѣдиться самыми простыми пріемами; наконецъ, въ случаѣ надобности, его очень легко и очистить: стоитъ только помѣстить въ чашку, покрыть большой воронкой и подогрѣвать снизу; нашатырь возгонится въ чистомъ видѣ и соберется на стѣнки воронки. Или же его можно очистить перекристаллизировкою изъ воды: 1 грамму мочевины, по содержанію азота, отвѣчаютъ 1,78333... грамма нашатыря; и тамъ, и здѣсь содержится 0,4666... грамма азота, который при 0° и 760 mm. ртутнаго столба занимаетъ объемъ = 371,549 куб. сантиметровъ. Поэтому для полученія контрольнаго раствора, 1 куб. сантиметръ котораго, по содержанію азота, отвѣчалъ-бы 0,002 грамма мочевины, нужно на 1 литръ брать $2 \times 1,7833$ грамма т. е. 3,5666 грамма нашатыря. Остается сказать еще о растворахъ бромоватистаго натра и поваренной соли.

Бромистый растворъ приготовляютъ, растворяя 300 граммовъ ѣдкаго натра въ 1 литрѣ воды и прибавляя къ *хорошо охлажденному* раствору 50 граммовъ брома, при чемъ *существенно необходимо* предотвращать нагрѣваніе смѣси, во избѣжаніе разложенія бромоватистой соли; для этого бромъ слѣдуетъ приливать по немногу, осторожно, при постоянномъ помѣшиваніи раствора и охлажденіи его снаружи водою. Такой растворъ можетъ сохраняться въ теченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ, даже при свѣтѣ; во всякомъ случаѣ въ потьмахъ онъ сохраняется гораздо долѣе. При этомъ считаемъ нужнымъ замѣтить, что: 1) положеніе, — будто бромистый растворъ долженъ быть непремѣнно свѣже-приготовленный, — не вѣрно; многочисленные опыты, произведенные съ этой цѣлью, пока-

зали, что, пока растворъ сохраняетъ ярко-желтый цвѣтъ, онъ вполнѣ пригоденъ, хотя-бы простоялъ нѣсколько мѣсяцевъ на свѣту; 2) ошибочнымъ оказалось также положеніе, что, для полноты разложенія мочевины, необходимо бромистый растворъ приливать сразу.

Растворъ поваренной соли приготовляютъ, насыщая воду солью, при комнатной температурѣ. Продажная соль содержитъ обыкновенно примѣсь солей магнія и кальція, которыя могутъ давать нерастворимый осадокъ съ угленатровою солью, образующеюся на счетъ мочевины и ѣдкаго натра.

Волюминозный осадокъ, увлекаемый пузырьками газа на поверхность жидкости въ трубкѣ, можетъ сильно затруднить отчитываніе объема и сдѣлать это даже невозможнымъ. Поэтому необходимо предварительно произвести пробу на содержаніе подобныхъ солей и, въ случаѣ присутствія, удалить ихъ осажденіемъ угленатровою солью при нагрѣваніи.

Чтобы приборъ не портился, нужно тотчасъ опорожнивать и промывать его послѣ каждаго анализа. Это дѣлается очень просто: не разбирая прибора, опрокидываютъ трубку С широкимъ концомъ внизъ, снимаютъ зажимъ, даютъ стечь жидкости и обливаютъ приборъ сверху нѣсколько разъ водою на самомъ стативѣ. Никогда не слѣдуетъ также оставлять зажима на каучуковой трубкѣ.

Способъ этотъ имѣетъ многія преимущества передъ остальными:

1) всѣ операціи:—отмѣриваніе мочи, введеніе ея, разложеніе бромистымъ растворомъ, собираніе газа, измѣреніе его—все производится въ одномъ и томъ же приборѣ, не снимая его съ мѣста, чѣмъ значительно уменьшается возможность потери вещества или порчи самаго прибора;

2) приборъ необъемистъ, удобенъ для перевозки, обходится дешевле прочихъ, ибо устраивается изъ обыкновенныхъ Моровскихъ бюретокъ или пипетокъ съ дѣленіями, для чего могутъ служить даже бюретки негодныя, разбитыя съ конца. При самомъ небольшомъ навыкѣ въ работѣ со стекломъ, каждый можетъ самъ себѣ устроить подобный приборъ;

3) стеклянные краны, дорогіе, ломкіе, требующіе навыка въ

обращеніи съ ними и соблюденія большой чистоты, чтобы они не портились отъ щелочи,—здѣсь устранены вовсе и замѣнены каучуковыми трубками и Моровскими зажимами, управленіе которыми также просто и легко, какъ при титрованіи;

4) приборъ легко опорожнить и вымыть, не снимая со статива, чѣмъ устраняется рискъ сломать его и сберегается время;

5) ртуть, дорогая и требующая навыка въ обращеніи съ нею, замѣнена дешевымъ солянымъ растворомъ;

6) количество солянаго раствора такъ мало, что поглощеніе имъ газа самое ничтожное;

7) бромистаго раствора расходуется только самый незначительный избытокъ противъ того, сколько требуется для разложенія;

8) малые размѣры прибора позволяютъ анализировать самыя малыя количества мочи, безъ ущерба для точности и при самой малой затратѣ бромистаго раствора;

9) всѣ вычисленія, благодаря таблицамъ, производятся очень легко, просто и скоро;

10) замѣна мочевины нашатыремъ, при *сравнительномъ способѣ опредѣленія*,—кромѣ дешевизны, представляетъ также болѣе гарантіи въ точности результатовъ и дѣлаетъ способъ удобопримѣнимымъ въ такихъ случаяхъ, когда чистой мочевины достать нельзя;

11) многолѣтнія, многочисленныя и разнообразныя провѣрки способа показали, что относительно точности онъ не уступаетъ другимъ, а большею частью даже превосходитъ ихъ, несмотря на малыя количества мочи, которыя здѣсь берутся для анализа.

Не считая нужнымъ приводить здѣсь числа, ограничимся ссылкою на руководство Д. И. Кошлакова «Анализъ мочи» и труды докторовъ Крохина, Маліева, Коркунова и Курлова, которые, на основаніи личной провѣрки, отдаютъ предпочтеніе этому способу передъ прочими.

I.

	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731
10	2,42844	2,43186	2,43527	2,43869	2,44211	2,44552	2,44894	2,45236	2,45577	2,45919	2,46261	2,46602
11	2,41780	2,42120	2,42461	2,42801	2,43142	2,43482	2,43822	2,44163	2,44503	2,44844	2,45184	2,45525
12	2,40689	2,41028	2,41368	2,41707	2,42046	2,42385	2,42725	2,43064	2,43403	2,43742	2,44082	2,44421
13	2,39606	2,39944	2,40282	2,40620	2,40958	2,41296	2,41634	2,41973	2,42311	2,42649	2,42987	2,43325
14	2,38561	2,38898	2,39235	2,39571	2,39908	2,40245	2,40582	2,40919	2,41256	2,41593	2,41930	2,42267
15	2,37459	2,37795	2,38130	2,38466	2,38802	2,39137	2,39473	2,39809	2,40144	2,40480	2,40816	2,41151
16	2,36365	2,36700	2,37034	2,37369	2,37703	2,38038	2,38373	2,38707	2,39042	2,39376	2,39711	2,40046
17	2,35245	2,35578	2,35912	2,36245	2,36578	2,36911	2,37245	2,37578	2,37911	2,38244	2,38578	2,38911
18	2,34133	2,34465	2,34798	2,35130	2,35462	2,35794	2,36126	2,36458	2,36791	2,37123	2,37455	2,37787
19	2,32996	2,33327	2,33658	2,33989	2,34320	2,34651	2,34982	2,35313	2,35644	2,35976	2,36307	2,36638
20	2,31833	2,32163	2,32493	2,32823	2,33153	2,33483	2,33813	2,34143	2,34473	2,34803	2,35133	2,35463
21	2,30678	2,31007	2,31336	2,31665	2,31994	2,32323	2,32652	2,32981	2,33310	2,33639	2,33968	2,34297
22	2,29499	2,29826	2,30154	2,30482	2,30810	2,31138	2,31466	2,31794	2,32122	2,32449	2,32777	2,33105
23	2,28327	2,28654	2,28980	2,29307	2,29633	2,29960	2,30286	2,30613	2,30939	2,31266	2,31592	2,31919
24	2,27158	2,27484	2,27810	2,28135	2,28461	2,28787	2,29113	2,29438	2,29764	2,30090	2,30415	2,30741
25	2,25938	2,26262	2,26586	2,26911	2,27235	2,27559	2,27884	2,28208	2,28533	2,28857	2,29181	2,29506
26	2,24725	2,25048	2,25372	2,25696	2,26019	2,26343	2,26666	2,26990	2,27313	2,27637	2,27960	2,28284
27	2,23488	2,23811	2,24133	2,24456	2,24778	2,25101	2,25423	2,25746	2,26068	2,26391	2,26713	2,27036
28	2,22228	2,22549	2,22870	2,23191	2,23512	2,23833	2,24154	2,24476	2,24797	2,25118	2,25439	2,25760
29	2,20944	2,21264	2,21584	2,21904	2,22224	2,22544	2,22864	2,23184	2,23504	2,23824	2,24144	2,24464
30	2,19668	2,19987	2,20306	2,20625	2,20944	2,21263	2,21582	2,21901	2,22220	2,22539	2,22858	2,23177
31	2,18337	2,18655	2,18973	2,19291	2,19609	2,19927	2,20245	2,20562	2,20880	2,21198	2,21516	2,21834
32	2,16983	2,17300	2,17618	2,17935	2,18252	2,18569	2,18886	2,19203	2,19520	2,19837	2,20154	2,20471
33	2,15664	2,15980	2,16296	2,16612	2,16928	2,17244	2,17560	2,17876	2,18192	2,18508	2,18824	2,19140
34	2,14265	2,14580	2,14894	2,15209	2,15524	2,15839	2,16154	2,16469	2,16784	2,17099	2,17414	2,17729
35	2,12875	2,13188	2,13502	2,13816	2,14130	2,14444	2,14758	2,15072	2,15385	2,15699	2,16013	2,16327
36	2,11431	2,11744	2,12056	2,12369	2,12682	2,12995	2,13308	2,13620	2,13933	2,14246	2,14559	2,14872

	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743
10	2,46944	2,47285	2,47627	2,47969	2,48310	2,48652	2,48994	2,49335	2,49677	2,50019	2,50360	2,50702
11	2,45865	2,46206	2,46546	2,46886	2,47227	2,47567	2,47908	2,48248	2,48569	2,48929	2,49269	2,49610
12	2,44760	2,45099	2,45439	2,45778	2,46167	2,46456	2,46796	2,47135	2,47474	2,47814	2,48153	2,48492
13	2,43663	2,44001	2,44339	2,44677	2,45015	2,45353	2,45691	2,46029	2,46367	2,46705	2,47043	2,47381
14	2,42604	2,42941	2,43277	2,43614	2,43951	2,44288	2,44625	2,44962	2,45299	2,45636	2,45973	2,46310
15	2,41487	2,41823	2,42158	2,42494	2,42830	2,43165	2,43501	2,43837	2,44172	2,44508	2,44844	2,45180
16	2,40380	2,40715	2,41049	2,41384	2,41719	2,42053	2,42388	2,42722	2,43057	2,43392	2,43726	2,44061
17	2,39244	2,39577	2,39911	2,40244	2,40577	2,40910	2,41244	2,41577	2,41910	2,42243	2,42577	2,42910
18	2,38119	2,38451	2,38784	2,39116	2,39448	2,39780	2,40112	2,40445	2,40777	2,41109	2,41441	2,41773
19	2,36969	2,37300	2,37631	2,37962	2,38293	2,38624	2,38955	2,39286	2,39618	2,39949	2,40280	2,40611
20	2,35793	2,36123	2,36453	2,36783	2,37113	2,37443	2,37773	2,38103	2,38433	2,38763	2,39093	2,39424
21	2,34626	2,34954	2,35283	2,35612	2,35941	2,36270	2,36599	2,36928	2,37257	2,37586	2,37915	2,38244
22	2,33433	2,33761	2,34089	2,34417	2,34745	2,35072	2,35400	2,35728	2,36056	2,36384	2,36712	2,37040
23	2,32245	2,32572	2,32898	2,33225	2,33551	2,33878	2,34205	2,34531	2,34858	2,35184	2,35511	2,35837
24	2,31067	2,31393	2,31718	2,32044	2,32370	2,32695	2,33021	2,33347	2,33673	2,33998	2,34324	2,34650
25	2,29830	2,30154	2,30479	2,30803	2,31127	2,31452	2,31776	2,32101	2,32425	2,32749	2,33074	2,33398
26	2,28608	2,28931	2,29255	2,29578	2,29902	2,30225	2,30549	2,30873	2,31196	2,31520	2,31843	2,32167
27	2,27358	2,27681	2,28003	2,28326	2,28648	2,28970	2,29293	2,29615	2,29938	2,30260	2,30583	2,30905
28	2,26081	2,26402	2,26724	2,27045	2,27366	2,27687	2,28008	2,28329	2,28650	2,28972	2,29293	2,29614
29	2,24784	2,25104	2,25425	2,25745	2,26065	2,26385	2,26705	2,27025	2,27345	2,27665	2,27985	2,28305
30	2,23496	2,23815	2,24134	2,24453	2,24772	2,25091	2,25410	2,25729	2,26048	2,26367	2,26686	2,27005
31	2,22152	2,22470	2,22788	2,23106	2,23424	2,23742	2,24059	2,24377	2,24695	2,25013	2,25331	2,25649
32	2,20789	2,21106	2,21423	2,21740	2,22057	2,22374	2,22691	2,23008	2,23325	2,23642	2,23960	2,24277
33	2,19456	2,19772	2,20088	2,20404	2,20720	2,21036	2,21352	2,21668	2,21984	2,22300	2,22616	2,22932
34	2,18044	2,18359	2,18674	2,18989	2,19304	2,19619	2,19934	2,20249	2,20564	2,20878	2,21193	2,21508
35	2,16641	2,16955	2,17269	2,17583	2,17896	2,18210	2,18524	2,18838	2,19152	2,19466	2,19780	2,20094
36	2,15184	2,15497	2,15810	2,16123	2,16436	2,16748	2,17061	2,17374	2,17687	2,18000	2,18312	2,18625

	744	745	746	747	748	749	750	571	752	753	754	755
10	2,51044	2,51385	2,51727	2,52069	2,52410	2,52752	2,53094	2,53435	2,53777	2,54118	2,54460	2,54802
11	2,49950	2,50291	2,50631	2,50972	2,51312	2,51653	2,51993	2,52333	2,52674	2,53014	2,53355	2,53695
12	2,48831	2,49171	2,49510	2,49849	2,50188	2,50528	2,50867	2,51206	2,51545	2,51885	2,52224	2,52563
13	2,47719	2,48057	2,48395	2,48733	2,49071	2,49409	2,49748	2,50086	2,50424	2,50762	2,51100	2,51438
14	2,46647	2,46984	2,47320	2,47657	2,47994	2,48331	2,48668	2,48005	2,49342	2,49679	2,50016	2,50353
15	2,45515	2,45851	2,46187	2,46522	2,46858	2,47194	2,47529	2,47865	2,48201	2,48536	2,48872	2,49208
16	2,44395	2,44730	2,45065	2,45399	2,45734	2,46068	2,46403	2,46738	2,47072	2,47407	2,47741	2,48076
17	2,43243	2,43577	2,43910	2,44243	2,44576	2,44910	2,45243	2,45576	2,45909	2,46243	2,46576	2,46909
18	2,42105	2,42438	2,42770	2,43102	2,43434	2,43766	2,44098	2,44431	2,44763	2,45095	2,45427	2,45759
19	2,40942	2,41273	2,41604	2,41935	2,42266	2,42597	2,42929	2,43260	2,43591	2,43922	2,44253	2,44584
20	2,39754	2,40084	2,40414	2,40744	2,41074	2,41404	2,41734	2,42064	2,42394	2,42724	2,43054	2,43384
21	2,38573	2,38902	2,39231	2,39560	2,39889	2,40218	2,40547	2,40875	2,41204	2,41533	2,41862	2,42191
22	2,37367	2,37695	2,38023	2,38351	2,38679	2,39007	2,39335	2,39663	2,39990	2,40318	2,40646	2,40974
23	2,36164	2,36490	2,36817	2,37143	2,37470	2,37796	2,38123	2,38449	2,38776	2,39102	2,39429	2,39755
24	2,34975	2,35301	2,35627	2,35953	2,36278	2,36604	2,36930	2,37255	2,37581	2,37907	2,38233	2,38558
25	2,33722	2,34047	2,34371	2,34696	2,35020	2,35344	2,35669	2,35993	2,36317	2,36642	2,36966	2,37290
26	2,32490	2,32814	2,33137	2,33461	2,33785	2,34108	2,34433	2,34755	2,35079	2,35402	2,35726	2,36050
27	2,31228	2,31550	2,31873	2,32195	2,32518	2,32840	2,33162	2,33485	2,33808	2,34130	2,34453	2,34775
28	2,29935	2,30256	2,30577	2,30898	2,31220	2,31541	2,31863	2,32183	2,32504	2,32825	2,33146	2,33467
29	2,28625	2,28945	2,29265	2,29585	2,29905	2,30225	2,30545	2,30866	2,31186	2,31506	2,31826	2,32146
30	2,27324	2,27643	2,27962	2,28281	2,28600	2,28919	2,29238	2,29557	2,29875	2,30194	2,30513	2,30832
31	2,25967	2,26285	2,26603	2,26921	2,27239	2,27556	2,27874	2,28192	2,28510	2,28828	2,29146	2,29464
32	2,24594	2,24911	2,25228	2,25545	2,25862	2,26179	2,26496	2,26813	2,27131	2,27448	2,27765	2,28082
33	2,23248	2,23564	2,23880	2,24196	2,24512	2,24829	2,25145	2,25461	2,25777	2,26093	2,26409	2,26725
34	2,21823	2,22138	2,22453	2,22768	2,23083	2,23398	2,23713	2,24028	2,24343	2,24658	2,24973	2,25288
35	2,20407	2,20721	2,21035	2,21349	2,21663	2,21977	2,22291	2,22605	2,22918	2,23232	2,23546	2,23860
36	2,18938	2,19251	2,19564	2,19876	2,20189	2,20502	2,20815	2,21127	2,21440	2,21753	2,22066	2,22379

	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767
10	2,55143	2,55485	2,55827	2,56168	2,56510	2,56852	2,57193	2,57535	2,57877	2,58218	2,58560	2,58902
11	2,54036	2,54376	2,54716	2,55057	2,55397	2,55738	2,56078	2,56419	2,56759	2,57100	2,57440	2,57780
12	2,52902	2,53242	2,53581	2,53920	2,54259	2,54599	2,54938	2,55277	2,55616	2,55956	2,56295	2,56634
13	2,51776	2,52114	2,52452	2,52790	2,53128	2,53466	2,53804	2,54142	2,54480	2,54818	2,55156	2,55494
14	2,50690	2,51026	2,51363	2,51700	2,52037	2,52374	2,52711	2,53048	2,53385	2,53722	2,54059	2,54396
15	2,49543	2,49879	2,50215	2,50550	2,50886	2,51222	2,51557	2,51893	2,52229	2,52564	2,52900	2,53236
16	2,48411	2,48745	2,49080	2,49414	2,49749	2,50084	2,50418	2,50753	2,51087	2,51422	2,51757	2,52091
17	2,47242	2,47576	2,47909	2,48242	2,48575	2,48909	2,49242	2,49575	2,49908	2,50242	2,50575	2,50908
18	2,46092	2,46424	2,46756	2,47088	2,47420	2,47752	2,48085	2,48417	2,48749	2,49081	2,49413	2,49745
19	2,44915	2,45246	2,45577	2,45908	2,46240	2,46571	2,46902	2,47233	2,47564	2,47895	2,48226	2,48557
20	2,43714	2,44044	2,44374	2,44704	2,45034	2,45364	2,45694	2,46024	2,46354	2,46684	2 47014	2,47344
21	2,42520	2,42849	2,43178	2,43507	2,43836	2,44165	2,44494	2,44823	2,45152	2,45481	2,45810	2,46139
22	2,41302	2,41630	2,41958	2,42285	2,42613	2,42941	2,43269	2,43597	2,43925	2,44253	2,44581	2,44908
23	2,40082	2,40408	2,40735	2,41061	2,41388	2,41715	2,42041	2,42368	2,42694	2,43021	2,43347	2,43674
24	2,38884	2,39210	2,39535	2,39861	2,40187	2,40513	2,40838	2,41164	2,41490	2,41815	2,42141	2,42467
25	2,37615	2,37939	2,38264	2,38588	2,38912	2,39237	2,39561	2,39885	2,40210	2,40534	2,40859	2,41183
26	2,36373	2,36697	2,37020	2,37344	2,37667	2,37991	2,38314	2,38638	2,38962	2,39285	2,39609	2,39932
27	2,35098	2,35420	2,35743	2,36065	2,36388	2,36710	2,37033	2,37355	2,37678	2,38000	2 38323	2,38645
28	2,33789	2,34110	2,34431	2,34752	2,35073	2,35394	2,35715	2,36037	2,36358	2,36679	2,37000	2,37321
29	2,32466	2,32786	2,33106	2,33426	2,33746	2,34066	2,34386	2,34706	2,35026	2,35346	2,35666	2,35987
30	2,31151	2,31470	2,31789	2,32108	2,32427	2,32746	2,33065	2,33384	2,33703	2,34022	2,34341	2,34660
31	2,29782	2,30100	2,30418	2,30736	2,31053	2,31371	2,31689	2,32007	2,32325	2,32643	2,32961	2,33279
32	2,28399	2,28716	2,29033	2,29350	2,29667	2,29985	2,30302	2,30619	2,30936	2,31253	2,31570	2,31887
33	2,27041	2,27357	2,27673	2,27989	2,28305	2,28621	2,28937	2,29253	2,29569	2,29885	2,30201	2,30517
34	2,25603	2,25918	2,26233	2,26548	2,26862	2,27177	2,27492	2,27807	2,28122	2,28437	2;28752	2,29067
35	2,24174	2,24488	2,24802	2,25115	2,25429	2,25743	2,26057	2,26371	2,26685	2,26999	2,27313	2,27626
36	2,22691	2,23004	2,23317	2,23630	2,23943	2,24255	2,24568	2,24881	2,25194	2,25507	2,25819	2,26132

	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
10	2,59243	2,59585	2,59927	2,60268	2,60610	2,60951	2,61293	2,61635	2,61976	2,62318	2,62660	2,63001	2,63343
11	2,58121	2,58461	2,58802	2,59142	2,59483	2,59823	2,60164	2,60504	2,60844	2,61185	2,61525	2,61866	2,62206
12	2,56973	2,57313	2,57652	2,57991	2,58330	2,58670	2,59009	2,59348	2,59687	2,60027	2,60366	2,60705	2,61044
13	2,55832	2,56170	2,56508	2,56846	2,57184	2,57523	2,57861	2,58199	2,58537	2,58875	2,59213	2,59551	2,59889
14	2,54732	2,55069	2,55406	2,55743	2,56080	2,56417	2,56754	2,57091	2,57428	2,57765	2,58102	2,58439	2,58775
15	2,53571	2,53907	2,54243	2,54578	2,54914	2,55250	2,55585	2,55921	2,56257	2,56592	2,56928	2,57264	2,57599
16	2,52426	2,52760	2,53095	2,53430	2,53764	2,54099	2,54433	2,54768	2,55102	2,55437	2,55772	2,56106	2,56441
17	2,51241	2,51575	2,51908	2,52241	2,52574	2,52908	2,53241	2,53574	2,53907	2,54241	2,54574	2,54907	2,55240
18	2,50078	2,50410	2,50742	2,51074	2,51406	2,51738	2,52071	2,52403	2,52735	2,53067	2,53399	2,53732	2,54064
19	2,48888	2,49219	2,49551	2,49882	2,50213	2,50544	2,50875	2,51206	2,51537	2,51868	2,52199	2,52530	2,52862
20	2,47674	2,48004	2,48334	2,48664	2,48994	2,49324	2,49654	2,49984	2,50314	2,50644	2,50974	2,51304	2,51634
21	2,46468	2,46796	2,47125	2,47454	2,47783	2,48112	2,48441	2,48770	2,49099	2,49428	2,49757	2,50086	2,50415
22	2,45236	2,45564	2,45892	2,46220	2,46548	2,46876	2,47204	2,47531	2,47859	2,48187	2,48515	2,48843	2,49171
23	2,44000	2,44327	2,44653	2,44980	2,45306	2,45633	2,45959	2,46286	2,46612	2,46939	2,47265	2,47592	2,47918
24	2,42793	2,43118	2,43444	2,43770	2,44095	2,44421	2,44747	2,45073	2,45398	2,45724	2,46050	2,46375	2,46701
25	2,41507	2,41832	2,42156	2,42480	2,42805	2,43129	2,43453	2,43778	2,44102	2,44427	2,44751	2,45075	2,45400
26	2,40256	2,40579	2,40903	2,41227	2,41550	2,41874	2,42197	2,42521	2,42844	2,43168	2,43491	2,43815	2,44139
27	2,38968	2,39290	2,39612	2,39935	2,40257	2,40580	2,40902	2,41225	2,41547	2,41870	2,42192	2,42515	2,42837
28	2,37642	2,37963	2,38285	2,38606	2,38927	2,39248	2,39569	2,39890	2,40211	2,40533	2,40854	2,41175	2,41496
29	2,36307	2,36627	2,36947	2,37267	2,37587	2,37907	2,38227	2,38547	2,38867	2,39187	2,39507	2,39827	2,40147
30	2,34979	2,35298	2,35617	2,35936	2,36255	2,36574	2,36893	2,37212	2,37531	2,37850	2,38169	2,38488	2,38807
31	2,33597	2,33915	2,34233	2,34550	2,34868	2,35186	2,35504	2,35822	2,36140	2,36458	2,36776	2,37094	2,37412
32	2,32204	2,32521	2,32838	2,33156	2,33473	2,33790	2,34107	2,34424	2,34741	2,35058	2,35375	2,35692	2,36009
33	2,30833	2,31149	2,31465	2,31781	2,32097	2,32413	2,32729	2,33045	2,33361	2,33677	2,33993	2,34309	2,34625
34	2,29382	2,29697	2,30012	2,30327	2,30642	2,30957	2,31272	2,31587	2,31902	2,32217	2,32532	2,32846	2,33161
35	2,27940	2,28254	2,28508	2,28882	2,29196	2,29510	2,29824	2,30137	2,30451	2,30765	2,31079	2,31393	2,31707
36	2,26445	2,26758	2,27071	2,27383	2,27696	2,28009	2,28322	2,28635	2,28947	2,29260	2,29573	2,29886	2,30199

II.

	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731
10	1,13327	1,13486	1,13646	1,13805	1,13965	1,14124	1,14284	1,14443	1,14602	1,14762	1,14921	1,15081
11	1,12830	1,12989	1,13148	1,13307	1,13466	1,13625	1,13784	1,13942	1,14101	1,14260	1,14419	1,14578
12	1,12321	1,12480	1,12638	1,12796	1,12955	1,13113	1,13271	1,13430	1,13588	1,13746	1,13905	1,14063
13	1,11816	1,11974	1,12131	1,12289	1,12447	1,12605	1,12762	1,12920	1,13078	1,13236	1,13393	1,13551
14	1,11328	1,11485	1,11643	1,11800	1,11957	1,12114	1,12271	1,12429	1,12586	1,12743	1,12900	1,13058
15	1,10814	1,10971	1,11127	1,11284	1,11441	1,11597	1,11754	1,11910	1,12067	1,12224	1,12380	1,12537
16	1,10303	1,10460	1,10616	1,10772	1,10928	1,11084	1,11240	1,11396	1,11553	1,11709	1,11865	1,12021
17	1,09781	1,09936	1,10092	1,10247	1,10403	1,10558	1,10714	1,10869	1,11025	1,11180	1,11336	1,11492
18	1,09262	1,09417	1,09572	1,09727	1,09882	1,10037	1,10192	1,10347	1,10502	1,10657	1,10812	1,10967
19	1,08731	1,08886	1.09040	1,09195	1,09349	1,09504	1,09658	1,09813	1,09967	1,10122	1,10276	1,10431
20	1,08188	1,08342	1,08496	1,08650	1,08805	1,08959	1,09113	1,09267	1,09421	1,09575	1,09729	1,09883
21	1,07650	1,07803	1,07957	1,08110	1,08264	1,08417	1,08571	1,08724	1,08878	1,09031	1,09185	1,09338
22	1,07099	1,07252	1,07405	1,07558	1,07711	1,07864	1,08017	1,08170	1,08323	1,08476	1,08629	1,08782
23	1,06552	1,06705	1,06857	1,07010	1,07162	1,07314	1,07467	1,07619	1,07771	1,07924	1,08076	1,08229
24	1,06007	1,06159	1,06311	1,06463	1,06615	1,06767	1,06919	1,07051	1,07203	1,07355	1,07507	1,07659
25	1,05437	1,05589	1,05740	1,05891	1,06043	1,06194	1,06345	1.06497	1,06648	1,06800	1,06951	1,07102
26	1,04871	1,05022	1,05173	1,05324	1,05475	1,05626	1,05777	1,05928	1,06079	1,06230	1,06381	1,06532
27	1,04294	1,04445	1,04595	1,04746	1,04896	1,05047	1,05197	1,05348	1,05498	1,05649	1,05799	1,05950
28	1,03706	1,03856	1,04006	1,04156	1,04305	1,04455	1,04605	1,04755	1,04905	1,05055	1,05205	1,05354
29	1,03107	1,03256	1,03405	1,03555	1.03704	1,03854	1,04003	1,04152	1,04302	1,04451	1,04600	1,04750
30	1,02511	1,02660	1,02809	1,02958	1,03107	1,03256	1,03405	1,03553	1,03702	1,03851	1,04000	1,04149
31	1,01890	1,02039	1,02187	1,02335	1,02484	1,02632	1,02781	1,02929	1,03077	1,03226	1,03374	1,03522
32	1,01259	1,01407	1,01555	1,01703	1,01851	1,01999	1,02147	1,02295	1,02442	1,02590	1,02738	1,02886
33	1,00643	1,00790	1,00938	1,01085	1,01233	1,01380	1,01528	1,01675	1,01823	1,01970	1,02118	1,02265
34	0,99990	1,00137	1,00284	1,00431	1,00578	1,00725	1,00872	1,01019	1,01166	1,01313	1,01460	1,01607
35	0,99341	0,99488	0,99634	1,99781	0,99927	1,00074	1,00220	1,00366	1,00513	1,00659	1,00806	1,00952
36	0,98667	0,98813	0,98959	1,99105	0,99251	0,99397	0,99543	0,99686	0,99835	0,99981	1,00127	1,00237

	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743
10	1,15240	1,15400	1,15559	1,15718	1,15878	1,16037	1,16197	1,16356	1,16516	1,16675	1,16835	1,16994
11	1,14737	1,14896	1,15055	1,15213	1,15372	1,15531	1,15690	1,15849	1,16008	1,16167	1,16325	1,16484
12	1,14221	1,14379	1,14538	1,14696	1,14854	1,15013	1,15171	1,15329	1,15488	1,15646	1,15804	1,15963
13	1,13709	1,13867	1,14025	1,14182	1,14340	1,14498	1,14656	1,14813	1,14971	1,15129	1,15287	1,15444
14	1,13215	1,13372	1,13529	1,13686	1,13844	1,14001	1,14158	1,14315	1,14473	1,14630	1,14787	1,14944
15	1,12694	1,12850	1,13007	1,13164	1,13320	1,13477	1,13634	1,13790	1,13947	1,14104	1,14260	1,14417
16	1,12177	1,12333	1,12489	1,12646	1,12802	1,12958	1,13114	1,13270	1,13426	1,13582	1,13739	1,13895
17	1,11647	1,11803	1,11958	1,12114	1,12269	1,12425	1,12580	1,12736	1,12891	1,13047	1,13202	1,13358
18	1,11122	1,11277	1,11432	1,11587	1,11742	1,11897	1,12052	1,12207	1,12362	1,12517	1,12672	1,12827
19	1,10585	1,10740	1,10894	1,11049	1,11203	1,11358	1,11512	1,11667	1,11821	1,11976	1,12130	1,12285
20	1,10037	1,10191	1,10345	1,10499	1,10653	1,10807	1,10961	1,11115	1,11269	1,11423	1,11577	1,11731
21	1,09492	1,09645	1,09799	1,09952	1,00106	1,10259	1,10413	1,10566	1,10720	1,10873	1,11027	1,11180
22	1,08935	1,09088	1,09241	1,09394	1,09547	1,09700	1,09853	1,10006	1,10159	1,10312	1,10465	1,10618
23	1,08381	1,08533	1,08686	1,08838	1,08990	1,09143	1,09295	1,09448	1,09600	1,09752	1,09905	1,10057
24	1,07811	1,07963	1,08115	1,08267	1,08419	1,08571	1,08723	1,08875	1,09027	1,09179	1,09331	1,09483
25	1,07254	1,07405	1,07556	1,07708	1,07859	1,08011	1,08162	1,08313	1,08465	1,08616	1,08767	1,08919
26	1,06683	1,06834	1,06985	1,07136	1,07287	1,07438	1,07589	1,07740	1,07891	1,08042	1,08193	1,08344
27	1,06100	1,06251	1,06401	1,06552	1,06702	1,06853	1,07003	1,07154	1,07304	1,07455	1,07605	1,07756
28	1,05504	1,05654	1,05804	1,05954	1,06104	1,06254	1,06404	1,06553	1,06703	1,06853	1,07003	1,07153
29	1,04899	1,05048	1,05198	1,05347	1,05497	1,05646	1,05795	1,05945	1,06094	1,06243	1,06393	1,06542
30	1,04298	1,04447	1,04595	1,04744	1,04893	1,05042	1,05191	1,05340	1,05489	1,05638	1,05786	1,05935
31	1,03671	1,03819	1,03967	1,04116	1,04264	1,04412	1,04561	1,04709	1,04858	1,05006	1,05154	1,05303
32	1,03034	1,03182	1,03330	1,03478	1,03626	1,03774	1,03922	1,04070	1,04218	1,04366	1,04514	1,04662
33	1,02413	1,02560	1,02708	1,02855	1,03002	1,03150	1,03297	1,03445	1,03592	1,03740	1,03887	1,04035
34	1,01754	1,01901	1,02048	1,02195	1,02341	1,02488	1,02635	1,02782	1,02929	1,03076	1,03223	1,03370
35	1,01099	1,01245	1,01392	1,01538	1,01685	1,01831	1,01978	1,02124	1,02271	1,02417	1,02564	1,02710
36	1,00419	1,00565	1,00711	1,00857	1,01003	0,01149	1,01295	1,01441	1,01587	1,01733	1,01879	1,02625

	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755
10	1,17153	1,17313	1,17472	1,17632	1,17791	1,17951	1,18110	1,18269	1,18429	1,18588	1,18748	1,18907
11	1,16643	1,16802	1,16961	1,17120	1,17279	1,17438	1,17596	1,17755	1,17914	1,18073	1,18232	1,18391
12	1,16121	1,16279	1,16438	1,16596	1,16754	1,16913	1,17071	1,17229	1,17388	1,17546	1,17704	1,17863
13	1,15602	1,15760	1,15918	1,16075	1,16233	1,16391	1,16549	1,16706	1,16864	1,17022	1,17180	1,17337
14	1,15101	1,15259	1,15416	1,15573	1,15730	1,15888	1,16045	1,16202	1,16359	1,16517	1,16674	1,16831
15	1,14573	1,14730	1,14887	1,15043	1,15200	1,15357	1,15513	1,15670	1,15827	1,15983	1,16140	1,16297
16	1,14051	1,14207	1,14363	1,14519	1,14675	1,14832	1,14988	1,15144	1,15300	1,15456	1,15612	1,15769
17	1,13513	1,13669	1,13824	1,13980	1,14135	1,14291	1,14446	1,14602	1,14757	1,14913	1,15068	1,15224
18	1,12982	1,13137	1,13292	1,13447	1,13602	1,13757	1,13912	1,14067	1,14222	1,14377	1,14532	1,14687
19	1,12439	1,12594	1,12748	1,12903	1,13057	1,13212	1,13366	1,13521	1,13675	1,13830	1,13984	1,14139
20	1,11885	1,12039	1,12193	1,12347	1,12501	1,12655	1,12809	1,12963	1,13117	1,13271	1,13425	1,13579
21	1,11334	1,11487	1,11641	1,11794	1,11948	1,12101	1,12255	1,12408	1,12562	1,12715	1,12869	1,13022
22	1,10771	1,10924	1,11077	1,11230	1,11383	1,11536	1,11689	1,11842	1,11995	1,12148	1,12301	1,12454
23	1,10209	1,10362	1,10514	1,10667	1,10819	1,10971	1,11124	1,11276	1,11428	1,11581	1,11733	1,11886
24	1,09635	1,09787	1,09939	1,10091	1,10243	1,10395	1,10547	1,10699	1,10851	1,11003	1,11155	1,11307
25	1,09070	1,09222	1,09373	1,09524	1,09676	1,09827	1,09978	1,10130	1,10281	1,10433	1,10584	1,10735
26	1,08495	1,08646	1,08797	1,08948	1,09099	1,09250	1,09401	1,09552	1,09703	1,09854	1,10005	1,10156
27	1,07906	1,08057	1,08207	1,08358	1,08508	1,08659	1,08809	1,08960	1,09110	1,09261	1,09411	1,09561
28	1,07303	1,07453	1,07602	1,07752	1,07902	1,08052	1,08202	1,08352	1,08502	1,08652	1,08801	1,08951
29	1,06691	1,06841	1,06990	1,07140	1,07289	1,07438	1,07588	1,07737	1,07886	1,08036	1,08185	1,08334
30	1,06084	1,06233	1,06382	1,06531	1,06680	1,06828	1,06977	1,07126	1,07275	1,07424	1,07573	1,07722
31	1,05451	1,05599	1,05748	1,05896	1,06044	1,06193	1,06341	1,06489	1,06638	1,06786	1,06935	1,07083
32	1,04810	1,04958	1,05106	1,05254	1,05402	1,05550	1,05698	1,05846	1,05994	1,06142	1,06290	1,06438
33	1,04182	1,04330	1,04577	1,04625	1,04772	1,04920	1,05067	1,05215	1,05362	1,05510	1,05657	1,05805
34	1,03517	1,03664	1,03811	1,03958	1,04105	1,04252	1,04399	1,04546	1,04693	1,04840	1,04987	1,05134
35	1,02857	1,03003	1,03149	1,03296	1,03442	1,03589	1,03735	1,03882	1,04028	1,04175	1,04321	1,04468
36	1,02171	1,02317	1,02463	1,02609	1,02755	1,02901	1,03047	1,03193	1,03339	1,03485	1,03630	1,03776

	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767
10	1,19067	1,19226	1,19386	1,19545	1,19704	1,19864	1,20023	1,20183	1,20342	1,20502	1,20661	1,20820
11	1,18550	1,18709	1,18867	1,19026	1,19185	1,19344	1,19503	1,19662	1,19821	1,19980	1,20138	1,20297
12	1,18021	1,18179	1,18337	1,18496	1,18654	1,18812	1,18971	1,19129	1,19287	1,19446	1,19604	1,19762
13	1,17495	1,17653	1,17811	1,17968	1,18126	1,18284	1,18442	1,18599	1,18757	1,18915	1,19073	1,19230
14	1,16988	1,17145	1,17303	1,17460	1,17617	1,17774	1,17932	1,18089	1,18246	1,18403	1,18560	1,18718
15	1,16453	1,16610	1,16767	1,16923	1,17080	1,17237	1,17393	1,17550	1,17706	1,17863	1,18020	1,18176
16	1,15925	1,16081	1,16237	1,16393	1,16549	1,16705	1,16862	1,17018	1,17174	1,17330	1,17486	1,17642
17	1,15379	1,15535	1,15690	1,15846	1,16002	1,16157	1,16313	1,16468	1,16624	1,16779	1,16935	1,17090
18	1,14842	1,14997	1,15152	1,15307	1,15462	1,15618	1,15773	1,15928	1,16083	1,16238	1,16393	1,16548
19	1,14293	1,14448	1,14603	1,14757	1,14912	1,15066	1,15221	1,15375	1,15530	1,15684	1,15839	1,15993
20	1,13733	1,13887	1,14041	1,14195	1,14349	1,14503	1,14657	1,14811	1,14965	1,15119	1,15273	1,15427
21	1,13176	1,13329	1,13483	1,13636	1,13790	1,13943	1,14097	1,14250	1,14404	1,14557	1,14711	1,14864
22	1,12607	1,12760	1,12913	1,13066	1,13219	1,13372	1,13525	1,13678	1,13831	1,13984	1,14137	1,14290
23	1,12038	1,12190	1,12343	1,12495	1,12647	1,12800	1,12952	1,13105	1,13257	1,13409	1,13562	1,13714
24	1,11459	1,11611	1,11763	1,11915	1,12067	1,12219	1,12371	1,12523	1,12675	1,12827	1,12979	1,13131
25	1,10887	1,11038	1,11189	1,11341	1,11492	1,11644	1,11795	1,11946	1,12098	1,12249	1,12400	1,12552
26	1,10307	1,10458	1,10609	1,10760	1,10911	1,11062	1,11213	1,11364	1,11515	1,11666	1,11817	1,11968
27	1,09712	1,09862	1,10013	1,10163	1,10314	1,10464	1,10615	1,10765	1,10916	1,11066	1,11217	1,11367
28	1,09101	1,09251	1,09401	1,09551	1,09701	1,09850	1,10000	1,10150	1,10300	1,10450	1,10600	1,10750
29	1,08484	1,08633	1,08783	1,08932	1,09081	1,09231	1,09380	1,09529	1,09679	1,09828	1,09977	1,10127
30	1,07870	1,08019	1,08168	1,08317	1,08466	1,08615	1,08764	1,08912	1,09061	1,09210	1,09359	1,09508
31	1,07231	1,07380	1,07528	1,07676	1,07825	1,07973	1,08121	1,08270	1,08418	1,08566	1,08715	1,08863
32	1,06586	1,06734	1,06882	1,07030	1,07178	1,07326	1,07474	1,07622	1,07770	1,07918	1,08066	1,08214
33	1,05952	1,06100	1,06247	1,06394	1,06542	1,06689	1,06837	1,06984	1,07132	1,07279	1,07427	1,07574
34	1,05281	1,05428	1,05575	1,05722	1,05869	1,06016	1,06163	1,06310	1,06457	1,06604	1,06751	1,06898
35	1,04614	1,04761	1,04907	1,05054	1,05200	1,05347	1,05493	1,05640	1,05786	1,05932	1,06079	1,06225
36	1,03922	1,04068	1,04214	1,04360	1,04506	1,04652	1,04798	1,04944	1,05090	1,05236	1,05382	1,05528

	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
10	1,20980	1,21139	1,21299	1,21458	1,21618	1,21777	1,21937	1,22096	1,22255	1,22415	1,22574	1,22734	1,22893
11	1,20456	1,20615	1,20774	1,20933	1,21092	1,21250	1,21409	1,21568	1,21727	1,21886	1,22045	1,22204	1,22363
12	1,19921	1,20079	1,20237	1,20396	1,20554	1,20712	1,20871	1,21029	1,21187	1,21346	1,21504	1,21662	1,21820
13	1,19388	1,19546	1,19704	1,19861	1,20019	1,20177	1,20335	1,20492	1,20650	1,20808	1,20966	1,21123	1,21281
14	1,18875	1,19032	1,19189	1,19347	1,19504	1,19661	1,19818	1,19975	1,20133	1,20290	1,20447	1,20604	1,20762
15	1,18333	1,18490	1,18646	1,18803	1,18960	1,19116	1,19273	1,19430	1,19586	1,19743	1,19900	1,20056	1,20213
16	1,17798	1,17955	1,18111	1,18267	1,18423	1,18579	1,18735	1,18891	1,19048	1,19204	1,19360	1,19516	1,19672
17	1,17246	1,17401	1,17557	1,17712	1,17868	1,18023	1,18179	1,18334	1,18490	1,18645	1,18801	1,18956	1,19112
18	1,16703	1,16858	1,17013	1,17168	1,17323	1,17478	1,17633	1,17788	1,17943	1,18098	1,18253	1,18408	1,18563
19	1,16148	1,16302	1,16457	1,16611	1,16766	1,16920	1,17075	1,17229	1,17384	1,17538	1,17693	1,17847	1,18002
20	1,15581	1,15735	1,15889	1,16043	1,16197	1,16351	1,16505	1,16659	1,16813	1,16967	1,17121	1,17275	1,17429
21	1,15018	1,15171	1,15325	1,15478	1,15632	1,15785	1,15939	1,16092	1,16246	1,16399	1,16553	1,16707	1,16860
22	1,14443	1,14596	1,14749	1,14902	1,15055	1,15208	1,15361	1,15514	1,15667	1,15820	1,15973	1,16126	1,16279
23	1,13866	1,14019	1,14171	1,14324	1,14476	1,14628	1,14781	1,14933	1,15086	1,15238	1,15390	1,15543	1,15695
24	1,13283	1,13435	1,13587	1,13739	1,13891	1,14043	1,14195	1,14347	1,14499	1,14651	1,14803	1,14955	1,15107
25	1,12703	1,12854	1,13006	1,13157	1,13309	1,13460	1,13611	1,13763	1,13914	1,14065	1,14217	1,14368	1,14520
26	1,12119	1,12270	1,12421	1,12572	1,12723	1,12873	1,13024	1,13175	1,13326	1,13477	1,13628	1,13779	1,13930
27	1,11518	1,11668	1,11819	1,11969	1,12120	1,12270	1,12421	1,12571	1,12722	1,12872	1,13023	1,13173	1,13324
28	1,10899	1,11049	1,11199	1,11349	1,11499	1,11649	1,11799	1,11949	1,12098	1,12248	1,12398	1,12548	1,12698
29	1,10276	1,10426	1,10575	1,10724	1,10874	1,11023	1,11172	1,11322	1,11471	1,11620	1,11770	1,11919	1,12068
30	1,09657	1,09806	1,09954	1,10103	1,10252	1,10401	1,10550	1,10699	1,10848	1,10996	1,11145	1,11294	1,11443
31	1,09012	1,09160	1,09308	1,09457	1,09605	1,09753	1,09902	1,10050	1,10198	1,10347	1,10495	1,10645	1,10794
32	1,08362	1,08510	1,08658	1,08806	1,08954	1,09102	1,09250	1,09398	1,09546	1,09694	1,09842	1,09989	1,10137
33	1,07722	1,07869	1,08017	1,08164	1,08312	1,08459	1,08607	1,08754	1,08902	1,09049	1,09197	1,09344	1,09492
34	1,07045	1,07192	1,07339	1,07486	1,07633	1,07780	1,07927	1,08074	1,08221	1,08367	1,08514	1,08661	1,08808
35	1,06372	1,06518	1,06665	1,06811	1,06958	1,07104	1,07251	1,07397	1,07544	1,07690	1,07837	1,07983	1,08130
36	1,05674	1,05820	1,05966	1,06112	1,06258	1,06404	1,06550	1,06696	1,06842	1,06988	1,07134	1,07280	1,07426

II.

Кіельдаль-Бородинскій способъ опредѣленія азота органическихъ веществъ А. П. Коркунова и М. Г. Курлова.

Огромная важность имѣть простой, скорый и возможно точный способъ опредѣленія азота органическихъ веществъ для клиническихъ цѣлей, безъ сомнѣнія, ясна всякому врачу. Въ этомъ смыслѣ способъ Кіельдаля (l. c.) представляетъ большой шагъ впередъ; принципъ анализа по Кіельдалю, какъ извѣстно, состоитъ въ томъ, что органическое вещество разлагается крѣпкой сѣрной кислотой при нагрѣваніи, съ послѣдующимъ окисленіемъ марганцево-каліевой солью; образовавшійся сѣрнокислый амміакъ подвергается перегонкѣ въ присутствіи ѣдкаго натра, и выдѣляющійся амміакъ поглощается титрованнымъ растворомъ сѣрной кислоты. По своей точности, легкости и простотѣ, способъ этотъ быстро входитъ во всеобщее употребленіе, но тѣмъ не менѣе, и онъ, все-таки, требуетъ извѣстныхъ лабораторныхъ приспособленій и относительно большой затраты времени, а кромѣ того, и въ самомъ способѣ лежитъ ошибка въ сторону плюса, зависящая, какъ показали изслѣдованія Крейслера и Генцольда (Berichte der chem. Gesellsch. zu Berlin, 1884, № 34), отъ разложенія стекла самаго аппарата во время перегонки.

Въ виду этой ошибки, нѣкоторые авторы и старались избѣжать этой слабой стороны анализа по Кіельдалю и замѣнить перегонку съ титрованіемъ, опредѣленіемъ объема азота въ газообразномъ состояніи; впервые эта мысль явилась покойному Геннингеру, предположившему образующійся при нагрѣваніи мочи съ сѣрной кислотой сѣрно-кислый амміакъ разлагать бромоватистымъ натромъ и опредѣлять азотъ объемнымъ путемъ; ему, однако, не удалось разрѣшить эту задачу, такъ какъ извѣстные ему приборы для объемнаго опредѣленія газа не отличались большими удобствами.

Разрѣшеніемъ этого вопроса занялся д-ръ Маліевъ, которому и пришла счастливая мысль воспользоваться для этой цѣли аппаратомъ проф. А. П. Бородина.

Но д-ръ Маліевъ для доказательства точности предлагаемаго имъ Геннингеръ-Бородинскаго способа, ограничился лишь сравнительными анализами азота мочевины съ азотомъ всей

мочи, причемъ въ первомъ ряду его опытовъ находится сравненіе количествъ азота мочевины, полученнаго по способу Бородина со всѣмъ азотомъ мочи, опредѣленнымъ по Кіельдалю, во второмъ-же ряду его опытовъ, произведенныхъ уже на другой мочѣ, мы находимъ сравненіе опять-таки азота мочевины по Бородину и всего азота мочи по Геннингеръ-Бородинскому способу. При опредѣленіи всего азота д-ръ Маліевъ получилъ, какъ и слѣдовало ожидать, извѣстный плюсъ какъ по Кіельдалю, такъ и по Геннингеръ-Бородину, сравнительно съ азотомъ мочевины, полученнымъ по способу Бородина; отсюда былъ сдѣланъ выводъ, что количество азота, полученнаго по способамъ Кіельдаля и Геннингеръ-Бородина, оба даютъ извѣстный плюсъ и, слѣдовательно, оба способа одинаковы точны. Сравнительныхъ-же анализовъ всего азота мочи по предлагаемому имъ способу и другому, опредѣляющему весь азотъ мочи, мы въ работѣ д-ра Маліева не нашли.

Желая, съ одной стороны, пополнить этотъ пробѣлъ, а еще болѣе, съ другой, расширить примѣненіе для клиническихъ цѣлей этого простаго и теоретически вполнѣ точнаго способа, мы и рѣшились произвести рядъ параллельныхъ и сравнительныхъ анализовъ по способамъ Кіельдаля и Кіельдаль-Бородина. Мы не ограничились анализами одной мочи, но распространили тотъ-же способъ и на нѣкоторыя пищевыя средства, которыя особенно часто подвергаются клиническому анализу, какъ то: молоко, мясо, а равно и на калъ, опредѣленіе азота въ которомъ, по современнымъ понятіямъ, положительно необходимо для разрѣшенія разныхъ вопросовъ касательно усвоенія и обмѣна веществъ.

Переходя къ описанію употреблявшагося нами способа, мы изложимъ его возможно подробнѣе.

Изслѣдуемое вещество, для большей точности, мы брали не объемнымъ, а вѣсовымъ путемъ. Жидкія вещества, чтобы взять приблизительно нужное количество, наливались обыкновенно въ бюретки и затѣмъ уже подвергались взвѣшиванію. Для полужидкихъ же тѣлъ, каковы: калъ, мясо, необходимо было употреблять нѣкоторыя предосторожности, чтобы при накладываніи ихъ въ длинногорлую колбу не измарать горлышко, такъ какъ прилипнувшія къ стѣнкамъ частицы обыкновенно оставались неразрушенными сѣрной кислотой, а меж-

ду тѣмъ входили въ навѣску и, слѣдовательно, при дальнѣйшихъ вычисленіяхъ давали поводъ къ ошибкѣ. Чтобы избѣжать этой погрѣшности, мы обыкновенно накладывали изслѣдуемое вещество въ стеклянную широкую трубку,изъ которой уже оно,по введеніи трубки въ колбу, выдавливалось стеклянным поршнемъ.

Количество органическаго вещества, употреблявшееся для анализа, обыкновенно было въ 3—4 раза болѣе, чѣмъ сколько бралось для анализа по Кіельдалю, а именно: мочи и молока отъ 5 до 7 граммовъ, мяса же и кала отъ 2-хъ до 3-хъ. Такое сравнительное увеличеніе навѣски дѣлалось съ той цѣлью, чтобы не получать слишкомъ малаго объема азота.

Къ взятой навѣскѣ прибавлялась концентрированная чистая англійская сѣрная кислота, количество которой мы всегда брали возможно меньшимъ, такъ какъ избытокъ ея при дальнѣйшихъ манипуляціяхъ обыкновенно усреднялся углекислой содой, и образующаяся при этомъ въ большомъ количествѣ сѣрнокислая соль могла-бы не растворяться въ употреблявшемся опредѣленномъ объемѣ жидкости (150 куб. ст.). Мы обыкновенно брали отъ 6-ти до 8—9 куб. ст. кислоты и прибавляли небольшое количество фосфорнаго ангидрида, который служилъ для того, чтобы, отнимая воду отъ изслѣдуемаго органическаго вещества, мѣшать разведенію употреблявшейся сѣрной кислоты. Тотчасъ по прибавленіи указанныхъ реагентовъ, мы ставили нашу колбу въ наклонномъ положеніи на песочную ванну, подогрѣваемую обыкновенной одиночной Бунзеновской горѣлкой. Вся жидкость, потемнѣвшая уже при прибавленіи сѣрной кислоты, вскорѣ дѣлалась совершенно черной и начинала закипать, что, впрочемъ, продолжалось не долго, и минутъ черезъ 10 наступала болѣе спокойная, безъ образованія пузырей, перегонка сѣрной кислоты, которая въ видѣ струекъ постоянно стекала съ болѣе холодныхъ стѣнокъ колбы. При этомъ обыкновенно выдѣляется сѣрнистый ангидридъ, почему нагрѣваніе необходимо вести въ шкафу съ тягой, въ печи, или каминѣ.

Нагрѣваніе продолжалось отъ полутора до 2-хъ, много 3-хъ часовъ, смотря по силѣ пламени и количеству сѣрной кислоты. Обыкновенно за этотъ промежутокъ времени жидкость изъ черной дѣлалась однородной, прозрачной и пріобрѣтала

цвѣтъ крѣпкаго чая. Мы не дожидались болѣе сильнаго обезцвѣчиванія, такъ какъ контрольные опыты показали, что и доведеніе до этого цвѣта вполнѣ достаточно для полученія точныхъ результатовъ.

Дальнѣйшее окисленіе производилось марганцево-каліевой солью, прибавляемой со стеклянной ложечки небольшими порціями такъ, чтобы не происходило рѣзкихъ вспышекъ. Окисленіе доводилось до полнаго обезцвѣчиванія и далѣе до образованія зеленаго цвѣта, послѣ чего колба еще разъ ставилась на огонь и черезъ 2—5 минутъ, если жидкость дѣлалась безцвѣтной, какъ вода, окисленіе считалось вполнѣ оконченнымъ, и колба осторожно охлаждалась. Если-же жидкость не представлялась еще безцвѣтной, то мы прибавляли еще разъ марганцево-каліевую соль до вторичнаго появленія зеленаго окрашиванія, которое снова просвѣтлялось на огнѣ. Окисленіе, повторяемъ, считалось лишь тогда оконченнымъ, когда получалась почти безцвѣтная жидкость, что очень легко достигается съ мочей; съ молокомъ же и въ особенности съ каломъ, почти всегда остается едва замѣтный желтоватый оттѣнокъ. Этимъ и оканчивалась первая часть анализа, которая, какъ видно, велась такъ, какъ указано Кіельдалемъ.

Послѣ окисленія охлажденная жидкость разбавлялась водой и послѣ вторичнаго охлажденія нейтрализовалась углекислой содой. Реакція усредненія идетъ не особенно бурно и, слѣдовательно, не требуетъ большой осторожности. Прибавленіе соды оканчивалось лишь тогда, когда жидкость дѣлалась ясно щелочной, т. е., до полнаго исчезанія шипѣнія (выдѣленія угольной кислоты и появленія ясно синяго цвѣта при изслѣдованіи лакмусовой бумажкой).

Полученная густая, насыщенная сѣрнокислымъ натромъ жидкость разбавлялась дестиллированной водой и переливалась въ измѣренную колбу въ 150 куб. ст., послѣ чего, споласкивая нѣсколько разъ дестиллированной водой первую колбу, сливаютъ ее въ измѣренную до тѣхъ поръ, пока объемъ всей жидкости не будетъ доведенъ до 150 куб. ст.

Дальнѣйшія манипуляціи производились въ приборѣ А. П. Бородина (совершенно такимъ же путемъ, какъ это описано и для опредѣленія азота мочевины, причемъ въ данномъ случаѣ мы имѣли дѣло не съ мочевиной, а съ сѣрнокислымъ ам-

моніемъ, получившимся изъ азота изслѣдуемаго органическаго вещества, а для удобства вычисленія разложенію бромоватистымъ натромъ подвергались 15 куб. ст. разведеннаго солеваго раствора, т. е. $^1/_{10}$ нашей навѣски.

И такъ, оставляя въ сторонѣ манипуляціи съ приборомъ пр. Бородина, мы упомянемъ только, что прежде, чѣмъ приступить къ отсчитыванію объема образовавшагося азота, слѣдуетъ нѣсколько разъ прожать нижнюю каучуковую трубку въ направленіи къ бюреткѣ, такъ какъ въ эту трубку могутъ быть увлечены пузырьки газа, вмѣстѣ съ хлопьями гидрата перекиси марганца, осаждающагося изъ изслѣдуемой жидкости при прибавленіи бромноватистаго натра.

Только-что указанныя хлопья являются, такъ сказать, отрицательной стороной предлагаемаго способа, такъ какъ они, съ одной стороны, могутъ увлечь частички газа, съ другой-же, мѣшаютъ отсчитыванію. Мы уже показали, какъ избѣжать первой изъ указанныхъ слабыхъ сторонъ; что-же касается отсчитыванія, то затрудненіе при немъ только кажущееся, такъ какъ стоитъ дать постоять прибору 20—30 минутъ, и упомянутыя хлопья осѣдаютъ на низъ и, слѣдовательно, нисколько не мѣшаютъ отсчитыванію.

Отмѣтивъ затѣмъ температуру и барометрическое давленіе, приступаютъ къ вычисленію по таблицамъ д-ра Мальчевскаго, гдѣ прямо находятъ, сколько вѣситъ одинъ куб. ст. азота при найденномъ барометрическомъ давленіи и температурѣ. Помножая найденное число на полученное число кубическихъ сантиметровъ газа, получаемъ вѣсовое количество азота, содержащееся въ $^1/_{10}$ части по вѣсу взятой навѣски, откуда вычислить процентное содержаніе азота не представляетъ уже ничего труднаго.

Для анализа мы брали одно изъ указанныхъ выше азотъ-содержащихъ веществъ и отвѣшивали изъ него 4 порціи, изъ которыхъ въ 2-хъ мы опредѣляли азотъ по способу Кіельдаля, а въ 2-хъ другихъ по только-что описанному его видоизмѣненію. Такимъ образомъ, мы имѣли возможность не только сравнивать разницу при различныхъ способахъ, но и опредѣлять колебанія, даваемыя однимъ и тѣмъ-же способомъ. Намъ удалось произвести 27 анализовъ по Кіельдалю и столько-же по

Кіельдаль-Бородину, результаты которыхъ и изложены въ настоящей таблицѣ.

Таблица № 1.

Изслѣдуемое вещество.	Количество азота въ % по способу Кіельдаля.		Разница между ними.	Количество азота въ % по способу Кіельдаль-Бородина.		Разница между ними.	Среднее по способу Кіельдаля.	Среднее по способу Кіельдаль-Бородина.	Разница между средними по способу Кіельдаль-Бородина отъ Кіельдаля.
	1 опытъ.	2 опытъ.		1 опытъ.	2 опытъ.				
Моча . . .	0,648	0,618	0,030	0,658	0,648	0,010	0,633	0,653	+0,020
» . . .	—	0,599	—	—	0,623	—	0,599	0,623	+0,024
» . . .	1,079	—	—	1,142	—	—	1,079	1,142	+0,063
» . . .	1,107	1,026	0,081	1,019	1,027	0,008	1,0665	1,023	—0,0435
Калъ . . .	0,959	1,049	0,090	0,888	0,893	0,005	1,004	0,890	—0,114
» . . .	1,611	—	—	1,338	—	—	1,611	1,338	—0,273
» . . .	2,037	1,960	0,077	—	1,946	—	1,998	1,946	—0,052
» , . .	1,738	1,697	0,041	1,700	1,594	0,106	1,717	1,647	—0,070
» . . .	2,258	—	—	—	1,888	—	2,258	1,888	—0,370
» . . .	0,789	—	—	—	0,711	—	0,789	0,711	—0,078
» . . .	1,4392	1,3946	0,045	—	—	—	1,417	—	—
» . . .	1,7113	—	—	—	1,6963	—	1,7113	1,6963	—0,015
Мясо . . .	3,400	3,398	0,002	3,494	3,427	0,067	3,399	3,4605	+0,0615
» . . .	3,716	3,727	0,011	3,854	3,823	0,031	3,7215	3,8385	+0,116
Молоко . .	0,585	—	—	0,581	0,515	0,066	0,585	0,548	—0,037
» . .	0,581	—	—	0,587	0,607	0,020	0,581	0,597	+0,016
» . .	0,657	—	—	0,637	0,630	0,007	0,657	0,633	—0,024
» . .	0,566	0,624	0,058	0,561	0,562	0,001	0,595	0,5615	—0,0335

При такомъ сочетаніи величина колебаній въ содержаніи азота между двумя анализами одного и того-же вещества не выходитъ изъ предѣловъ ошибокъ, допускаемыхъ при всѣхъ другихъ точныхъ способахъ: въ среднемъ изъ 27 анализовъ величина колебаній равняется 0,032%, въ способѣ же Кіельдаля эта разница между двумя анализами равняется въ среднемъ 0,048%. Сравнивая результаты, полученные по способамъ Кіельдаля и Кіельдаль-Бородина, мы пришли къ тому выводу, что вещества, представляющія массу болѣе однородную по составу—моча, молоко и мясо,—даютъ очень близкія цифры, съ разностью менѣе, чѣмъ 0,1%, тогда какъ калъ, который мы обыкновенно изслѣдовали въ сыромъ видѣ, т. е., не подвергая его предварительному высушиванію, давалъ болѣе значительныя колебанія, доходившія in maximo до 0,3%, что, несомнѣн-

но, объясняется невозможностью однимъ растираніемъ кала въ ступкѣ получить вполнѣ однородную смѣсь.

Для большей доказательности точности результатовъ при сочетаніи способа Кіельдаля съ приборомъ проф. Бородина, мы провели 6 параллельныхъ анализовъ съ сѣрно-желѣзисто-амміачной солью, подвергая ее въ 3-хъ анализахъ перегонкѣ въ приборѣ Кіельдаля, а въ 3-хъ остальныхъ разлагая ее бромоватистымъ натромъ въ аппаратѣ Бородина. Остановились-же мы на выборѣ этой соли потому, что при сравнительно небольшомъ процентномъ содержаніи азота она представляется довольно постоянной, а содержаніе въ ней желѣза даетъ, при прибавленіи бромноватистаго натра, такой-же аморфный осадокъ, какъ и гидратъ перекиси марганца. Результатъ этихъ анализовъ изложенъ въ нижеслѣдующей таблицѣ:

Таблица № 2.

Изслѣдуемое вещество.	Количество азота въ % по Кіельдалю.	Разница отъ теоретическаго.	Количество азота въ % по Кіельдаль-Бородину.	Разница отъ теоретическаго.	Разница способа Кіельдаль-Бородина отъ Кіельдаля.
$S(NH^4).SFeO^4.6H_2O$.	7,192	+0,049	7,233	+0,090	+0,041
	7,302	+0,159	7,198	+0,055	- 0,104
Азота теоретически содержитъ—7,143%. . . .	7,172	+ 0,029	7,067	—0,076	—0,105
Среднее.	7,222	+ 0,079	7,166	+0,023	—0,056

И изъ этой таблицы видно, что уклоненіе въ содержаніи азота отъ теоретическаго числа въ среднемъ изъ 3-хъ анализовъ по Кіельдаль-Бородину=+ 0,023, въ то время какъ эта разница отъ теоретическаго числа при перегонкѣ по Кіельдалю въ среднемъ изъ 3-хъ анализовъ=+ 0,079%. Это незначительное увеличеніе въ содержаніи азота по способу Кіельдаля находитъ себѣ объясненіе въ приведенныхъ изслѣдованіяхъ Крейслера и Генцольда. Сдѣланные нами контрольные опыты въ томъ-же направленіи, какъ дѣлали и означенные авторы, съ перегонкой 400 куб. с. дестиллированной воды съ 8 куб. сант. крѣпкой

сѣрной кислоты, нейтрализованной 40 куб. сант. ѣдкаго натра уд. в. 1,35 съ прибавленіемъ цинковыхъ опилокъ, дали также извѣстное количество щелочи въ дестиллятѣ, которое при переводѣ на азотъ въ среднемъ изъ 5 анализовъ въ одномъ приборѣ=0,00084, а въ другомъ 0,00076 грм. Но мы не вводимъ эту поправку въ наши анализы, такъ какъ полученный плюсъ не только нейтрализуется этой поправкой, но въ большинствѣ случаевъ получается ошибка въ обратную сторону, что, хотя и въ меньшей степени, чѣмъ у насъ, также видно и изъ анализовъ Крейслера и Генцольда съ химически чистыми амміачными солями.

Если имѣть нѣсколько приборовъ проф. Бородина, то, благодаря сочетанію способовъ Кіельдаля и Бородина, становится возможнымъ вести въ клиникѣ такія работы, которыя при прежнихъ, сложныхъ способахъ были рѣшительно невыполнимы, не смотря на весь ихъ высокій клиническій интересъ.

III.

Объ усредненіи ѣдкимъ натромъ вмѣсто соды въ Кіельдаль-Бородинскомъ способѣ опредѣленія азота.

М. Г. Курлова.

Въ предъидущей части было уже указано на неудобство примѣненія двууглекислой соды, употребляемой д-ромъ Маліевымъ, для нейтрализаціи кислой жидкости, получаемой послѣ окисленія изслѣдуемаго вещества сѣрной кислотой: вслѣдствіе слишкомъ бурнаго развитія угольной кислоты каждую минуту рискуешь потерять анализъ, такъ какъ часть изслѣдуемой жидкости можетъ быть выброшена изъ колбы. Опасность эта была значительно уменьшена нами замѣной двууглекислой соды простой углекислой (natrum carbonicum purissimum siccum), какъ это и дѣлалось мной и А. П. Коркуновымъ при нашихъ анализахъ; реакція усредненія идетъ при этомъ много покойнѣе. Но и при такой замѣнѣ малѣйшая поспѣшность или неосторожность въ прибавкѣ соды могутъ, все-таки, заставить передѣлать весь анализъ снова. Кромѣ того, самый актъ усредненія содой, благодаря выдѣленію массы углекислаго газа, создаетъ условія для потери извѣстной доли изслѣдуемой жидкости въ формѣ тѣхъ мельчайшихъ брызгъ, которыя уносятся вмѣстѣ

съ угольной кислотой. Правда, потеря азота этимъ путемъ такъ ничтожна, что совсѣмъ не отражается на точности получающихся цифръ. Такимъ образомъ, это второе возраженіе,— вполнѣ вѣрное съ теоретической стороны—въ практическомъ отношеніи не имѣетъ значенія.

Еще большее неудобство заключается въ массѣ соды, непроизводительно затрачиваемой на усредненіе всей рѣзко кислой жидкости. Эта масса такъ велика, что образующіеся сѣрнокислый натръ, марганецъ и избытокъ углекислой соды подчасъ не могутъ растворяться въ употребляемомъ объемѣ жидкости. Послѣдняя теряетъ свою прозрачность, а это, въ свою очередь, вноситъ новыя условія неточности, частью при отмѣриваніи непрозрачной жидкости, частью же отъ невозможности получить совершенно равномѣрную смѣсь, такъ какъ, даже и при небольшомъ промедленіи, часть нерастворившейся соли опадаетъ на дно бюретки. Чтобы не имѣть дѣла съ такимъ громаднымъ осадкомъ, приходится брать возможно малое количество сѣрной кислоты при окисленіи, а это много замедляетъ процессъ окисленія и, кромѣ того, заставляетъ прибавлять бо́льшія количества марганцево-каліевой соли. Все это, вмѣстѣ взятое, затягиваетъ анализъ и дѣлаетъ работу болѣе грязной.

Наконецъ, одно изъ наиболѣе существенныхъ возраженій противъ соды—это лишняя трата времени, такъ какъ на усредненіе каждой порціи требуется не менѣе 10 минутъ. Если вести 1—2 анализа, то это, конечно, не имѣетъ особеннаго значенія; но совсѣмъ не то, если имѣешь дѣло съ 6—8 анализами въ день, когда на одно усредненіе приходится употреблять болѣе часа.

Мысль о необходимости замѣнить соду какой-нибудь другой, болѣе сильной щелочью занимала насъ уже съ самаго начала нашей работы. Конечно, лучше всего было бы употребить ѣдкій натръ. Единственное возраженіе, которое здѣсь встрѣчалось, —это боязнь потерять часть азота въ формѣ амміака, выдѣляющагося обыкновенно изъ амміачныхъ солей при обработкѣ послѣднихъ ѣдкими щелочами.

Мнѣ кажется, что потери этой мнѣ удалось избѣжать, употребляя слѣдующій, очень простой пріемъ. Полученную послѣ окисленія жидкость я не нейтрализую углекислой содой, а прямо послѣ охлажденія развожу перегнанной водой до 150

к. с. и съ обычными предосторожностями выливаю 15 к. с. этого кислаго раствора въ приборъ проф. А. П. Бородина. Затѣмъ, ополоснувъ верхнюю бюретку водой, прибавляю въ нее столько раствора ѣдкаго натра, сколько необходимо его для усредненія заключающейся во взятой порціи свободной сѣрной кислоты. Если бы при этомъ и произошло выдѣленіе амміака, то послѣдній останется въ приборѣ и, слѣдовательно, не потеряется для анализа, а подвергнется послѣдующему разложенію бромоватистокислымъ натромъ, который приливаютъ обычнымъ путемъ, не ополаскивая даже верхней бюретки отъ остающагося въ ней раствора ѣдкаго натра, такъ какъ послѣдній находится въ значительномъ избыткѣ въ употребляемомъ щелочномъ растворѣ бромоватистокислаго натра. И такъ, весь вопросъ сводится къ тому, какъ опредѣлить моментъ наступленія усредненія взятой части кислой жидкости. Рѣшить это можно двояко: или протитровавъ отдѣльно взятую, опредѣленную часть изслѣдуемой жидкости крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго натра (1фунтъ на литръ воды), или, опредѣливъ заранѣе крѣпости употребляемой для окисленія сѣрной кислоты, прибавлять столько раствора щелочи, сколько необходимо по разсчету для усредненія $^1/_{10}$ части употребленной для сжиганія сѣрной кислоты. Здѣсь, конечно, можно прибавить щелочи нѣсколько больше, чѣмъ слѣдуетъ, но избытокъ ея, какъ уже указано, не вредитъ анализу.

Рядъ повѣрочныхъ опытовъ надъ мочей, каломъ, молокомъ и мяснымъ порошкомъ убѣдилъ меня въ полной пригодности и точности предлагаемаго видоизмѣненія. Преимущества же его очевидны всякому, знакомому съ дѣломъ: значительное сбереженіе времени, возможность точнаго отмѣриванія всегда прозрачной жидкости, возможность употребленія бо́льшихъ количествъ сѣрной кислоты для окисленія (чѣмъ эта операція существенно ускоряется), меньшая затрата реактивовъ, такъ какъ усредненію подвергается только $^1/_{10}$ испытуемаго раствора, невозможность потери части изслѣдуемой жидкости при усредненіи углекислой содой и т. д.

Съ введеніемъ предлагаемаго въ настоящей статьѣ видоизмѣненія, устраняются и тѣ небольшія возраженія, которыя еще могли быть сдѣланы Кіэльдаль-Бородинскому способу.